



TUGAS AKHIR - KI141502

REKONSTRUKSI JALAN PADA CITRA SAPPORO MAP MENGGUNAKAN CURVE FITTING

**ILHAM ZUHRI
NRP 5109 100 038**

**Dosen Pembimbing I
Dr.Eng Darlis Herumurti, S.Kom., M.Kom.**

**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
Fakultas Teknologi Informasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016**



UNDERGRADUATE THESES - KI141502

ROAD CONSTRUCTION FROM IMAGE OF SAPPORO'S MAP USING CURVE FITTING

**ILHAM ZUHRI
NRP 5109 100 108**

**First Advisor
Darlis Herumurti, S.Kom., M.Kom.**

**DEPARTMENT OF INFORMATICS
Faculty of Information Technology
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2016**

LEMBAR PENGESAHAN

REKONSTRUKSI JALAN PADA CITRA MAP SAPPORO DENGAN MENGGUNAKAN CURVE FITTING

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer
pada
Bidang Studi Komputasi Cerdas dan Visualisasi
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Informatika
Fakultas Teknologi Informasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

ILHAM ZUHRI

NRP 5109 108 108

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

Darlis Herumurti, S.Kom., M.Kom.

NIP 19771217 200312



(Pembimbing I)

SURABAYA

JULI, 2016

REKONSTRUKSI JALAN PADA CITRA MAP SAPPORO DENGAN MENGGUNAKAN CURVE FITTING

Nama Mahasiswa : Ilham Zuhri
NRP : 5109 100 108
Jurusan : Teknik Informatika FTIF-ITS
Dosen Pembimbing 1 : Darlis Herumurti, S.Kom., M.Kom.

Abstrak

Citra atau gambar (image) sudah menjadi hal yang umum dan menjadi bagian dalam kehidupan masyarakat sehari-hari. Dalam suatu kepentingan tertentu, citra (gambar) digunakan sebagai alat untuk mengungkapkan berbagai macam perasaan yang bagi beberapa orang sulit untuk diungkapkan melalui kata-kata. Seperti menjelaskan suatu alasan, interpretasi, ilustrasi, komunikasi, ingatan, pendidikan, evaluasi, hiburan, dan lain-lain. Kemudian konsep citra dan pengolahannya ini dihubungkan dengan pengubahan maupun perbaikan citra (image). Meskipun sebuah citra kaya informasi, namun seringkali citra yang kita miliki mengalami penurunan mutu (degradasi), misalnya mengandung cacat atau derau (noise), warnanya terlalu kontras, kurang tajam, kabur (blurring), dan sebagainya.

Pada tugas akhir ini akan merekonstruksi citra map sapporo agar menjadi lebih jelas dan lebih mudah untuk dibaca. Metode yang digunakan dalam tugas akhir ini preprocessing citra dengan menggunakan morfologi dan curve fitting.

Kemudian hasil tugas akhir ini akan diuji berdasarkan fungsionalitasnya. Hasil pengujian menunjukkan bahwa dalam merekonstruksi jalan pada citra map Sapporo berjalan dengan baik dengan rata-rata waktu proses rekonstruksi citra adalah

0,7468 detik. Citra hasil rekonstruksi lebih mudah digunakan untuk pengolahan selanjutnya.

Kata kunci: morphology, curve fitting, rekonstruksi jalan.

ROAD CONSTRUCTION FROM IMAGE OF SAPPORO'S MAP USING CURVE FITTING

Student's Name : Ilham Zuhri
Student's ID : 5109 100 108
Department : Informatics Engineering, FTIF-ITS
First Advisor : Darlis Herumurti, S.Kom., M.Kom.

Abstract

Image or picture has become a common thing and become people's everyday lives. In particular interest, image (picture) is used as tool to express intense feelings for some people it's difficult to be expressed through words. As explained reason, interpretation, illustration, communication, memory, education, evaluation, entertainment, and others. Then the concept of image and its processing is associated with alteration and improvement of the image (picture). Despite a rich image information, but often the image that we have a degrade (degradation), for example, contains a defect or noise, the color is too much contrast, less sharp, blur (blurring), and so forth.

This final project will reconstruct image of the road in order to be clearer and easier to read. The method used in this final project by using morphological image preprocessing and curve fitting.

The result of this final project will be tested based on the functionality. The results show that in reconstructing the road in the image of sapporo's map goes well with an average time of road construction process is 0,7468 seconds. Image reconstruction results will be easier to use for the next processing.

Keywords: *morphology, curve fitting, road construction*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	v
Abstrak	vii
Abstract	ix
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR KODE SUMBER	xx
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Permasalahan.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan.....	2
1.5 Manfaat.....	3
1.6 Metodologi	3
1.7 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II DASAR TEORI.....	7
2.1 Pengenalan Citra Digital.....	7
2.1.1 Citra Biner	7
2.1.2. Citra <i>Grayscale</i>	8
2.2 Pra-pengolahan Suatu Citra.....	8
2.2.1 Morphologi Erosi (<i>Erode</i>)	9
2.2.2 Morphologi Close	10
2.2.3 Deteksi Tepi <i>Canny</i>	10
2.3 Pembentukan Jalan	11
BAB III DESAIN DAN PERANCANGAN	15
3.1 Desain Metode Secara Umum	15
3.2 Arsitektur Umum Sistem.....	16
3.3 Perancangan Data	16
3.3.1 Data Masukan.....	16
3.3.2 Data Keluaran.....	16
3.4 Diagram Alir Sistem Utama	17
3.5 Perancangan Pra-Pengolahan Citra	18

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Contoh proses morfologi erosi	10
Gambar 2. 2	Contoh proses morfologi close	10
Gambar 2. 3	Ilustrasi fungsi garis hough	12
Gambar 2. 4	Citra preprocessing dan hasil proses <i>roipoly</i>	14
Gambar 3. 1	Diagram Alir Utama.....	17
Gambar 3. 2	Diagram Alur Pra-Pengolahan	19
Gambar 3. 3	<i>Pseudocode morphology erode</i>	21
Gambar 3. 4	<i>Pseudocode morphology erode</i>	21
Gambar 3. 5	<i>Pseudocode</i> memperhalus citra	22
Gambar 3. 6	Diagram Alir Pendeteksian dan Pengenalan Jalan	24
Gambar 3. 7	<i>Pseudocode</i> proses penentuan titik dan pengenalan jalan	27
Gambar 3. 8	Diagram Alir Pembentukan Jalan	29
Gambar 3. 8	<i>Pseudocode</i> proses pembentukan jalan	33
Gambar 3. 9	<i>Pseudocode</i> proses masking jalan	35
Gambar 5.1	Citra Pra Pengolahan Menggunakan morphology erode dan close	47
Gambar 5. 5	Hasil Pendeteksian dan pengenalan jalan.....	48
Gambar 5. 6	Pengecekan dengan batas jalan terdekat	49
Gambar 5.7	Perbandingan Citra dengan awal dengan hasil rekonstruksi	50

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Daftar Variabel yang Digunakan Pada <i>Pseudocode</i> Perancangan Pra-pengolahan Citra	20
Tabel 3.2	Daftar Fungsi yang Digunakan Pada <i>Pseudocode</i> Perancangan Pra-pengolahan Citra (Bagian Pertama)	20
Tabel 3.3	Daftar Fungsi yang Digunakan Pada <i>Pseudocode</i> ..	21
Tabel 3.4	Daftar Variabel yang Digunakan Pada <i>Pseudocode</i> Penentuan Titik dan Pengenalan Jalan (Bagian Pertama)	25
Tabel 3.5	Daftar Variabel yang Digunakan Pada <i>Pseudocode</i> Penentuan Titik dan Pengenalan Jalan (Bagian Kedua).....	26
Tabel 3.6	Daftar Fungsi yang Digunakan Pada <i>Pseudocode</i> Perancangan Pengenalan Target	26
Tabel 3.7	Daftar Variabel yang Digunakan Pada <i>Pseudocode</i> Pembentukan Jalan (Bagian Pertama).....	30
Tabel 3.8	Daftar Variabel yang Digunakan Pada <i>Pseudocode</i> Pembentukan Jalan (Bagian Kedua)	31
Tabel 3.9	Daftar Fungsi yang Digunakan Pada <i>Pseudocode</i> Perancangan Pembentukan Jalan	32
Tabel 3.10	Daftar Variabel yang Digunakan Pada <i>Pseudocode</i> Masking jalan (Bagian Pertama).....	33
Tabel 3.11	Daftar Variabel yang Digunakan Pada <i>Pseudocode</i> Masking jalan (Bagian Kedua)	34
Tabel 3.12	Daftar Fungsi yang Digunakan Pada <i>Pseudocode</i> Masking Jalan	34
Tabel A.1	Hasil Uji Coba Citra Masukan dan Citra Hasil Pra Pengolahan (Bagian Pertama).....	55
Tabel A.2	Hasil Uji Coba Citra Masukan dan Citra Hasil Pra Pengolahan (Bagian Kedua).....	56
Tabel A.3	Hasil Uji Coba Citra Masukan dan Citra Hasil Pra Pengolahan (Bagian Ketiga)	57

Tabel A.4	Hasil Uji Coba Citra Masukan dan Citra Hasil Pra Pengolahan (Bagian Keempat)	58
Tabel A.5	Hasil Uji Coba Citra Masukan dan Citra Hasil Pra Pengolahan (Bagian Kelima)	59
Tabel A.6	Hasil Uji Coba Citra Masukan dan Citra Hasil Pra Pengolahan (Bagian Keenam)	60
Tabel A.7	Hasil Uji Coba Citra Masukan dan Citra Hasil Pra Pengolahan (Bagian Ketujuh)	61
Tabel A.8	Hasil Uji Coba Citra Masukan dan Citra Hasil Pra Pengolahan (Bagian Kedelapan)	62
Tabel A.9	Hasil Uji Coba Citra Masukan dan Citra Hasil Pra Pengolahan (Bagian Kesembilan)	63
Tabel A.10	Hasil Uji Coba Citra Masukan dan Citra Hasil Pra Pengolahan (Bagian Kesepuluh)	64
Tabel A.11	Hasil Uji Coba Citra Masukan dan Citra Hasil Pra Pengolahan (Bagian Kesebelas)	65
Tabel A.12	Hasil Uji Coba Citra Masukan dan Citra Hasil Pra Pengolahan (Bagian Kedua Belas)	66
Tabel A.13	Hasil Uji Coba Citra Masukan dan Citra Hasil Pra Pengolahan (Bagian Ketiga Belas)	67
Tabel A.14	Hasil Uji Coba Citra Masukan dan Citra Hasil Pra Pengolahan (Bagian Keempat Belas)	68
Tabel A.15	Hasil Uji Coba Citra Masukan dan Citra Hasil Pra Pengolahan (Bagian Kelima Belas)	69
Tabel A.16	Hasil Uji Coba Citra Masukan dan Citra Hasil Pra Pengolahan (Bagian Keenam Belas)	70
Tabel A.17	Hasil Uji Coba Citra Masukan dan Citra Hasil Pra Pengolahan (Bagian Ketujuh Belas)	71
Tabel A.18	Hasil Uji Coba Citra Masukan dan Citra Hasil Pra Pengolahan (Bagian Kedelapan Belas)	72
Tabel A.19	Hasil Uji Coba Citra Pengenalan Jalan dan Citra Pembentukan (Bagian Pertama)	73
Tabel A.20	Hasil Uji Coba Citra Pengenalan Jalan dan Citra Pembentukan (Bagian Kedua)	74

Tabel A.21	Hasil Uji Coba Citra Pengenalan Jalan dan Citra Pembentukan (Bagian Ketiga)	75
Tabel A.22	Hasil Uji Coba Citra Pengenalan Jalan dan Citra Pembentukan (Bagian Keempat)	76
Tabel A.23	Hasil Uji Coba Citra Pengenalan Jalan dan Citra Pembentukan (Bagian Kelima)	77
Tabel A.24	Hasil Uji Coba Citra Pengenalan Jalan dan Citra Pembentukan (Bagian Keenam).....	78
Tabel A.25	Hasil Uji Coba Citra Pengenalan Jalan dan Citra Pembentukan (Bagian Ketujuh).....	79
Tabel A.26	Hasil Uji Coba Citra Pengenalan Jalan dan Citra Pembentukan (Bagian Kedelapan).....	80
Tabel A.27	Hasil Uji Coba Citra Pengenalan Jalan dan Citra Pembentukan (Bagian Kesembilan).....	81
Tabel A.28	Hasil Uji Coba Citra Pengenalan Jalan dan Citra Pembentukan (Bagian Kesepuluh).....	82
Tabel A.29	Hasil Uji Coba Citra Pengenalan Jalan dan Citra Pembentukan (Bagian Kesebelas).....	83
Tabel A.30	Hasil Uji Coba Citra Pengenalan Jalan dan Citra Pembentukan (Bagian Kedua Belas).....	84
Tabel A.31	Hasil Uji Coba Citra Pengenalan Jalan dan Citra Pembentukan (Bagian Ketiga Belas)	85
Tabel A.32	Hasil Uji Coba Citra Pengenalan Jalan dan Citra Pembentukan (Bagian Keempat Belas).....	86
Tabel A.33	Hasil Uji Coba Citra Pengenalan Jalan dan Citra Pembentukan (Bagian Kelima Belas)	87
Tabel A.34	Hasil Uji Coba Citra Pengenalan Jalan dan Citra Pembentukan (Bagian Keenam Belas).....	88
Tabel A.35	Hasil Uji Coba Citra Pengenalan Jalan dan Citra Pembentukan (Bagian Ketujuh Belas)	89
Tabel A.36	Hasil Uji Coba Citra Pengenalan Jalan dan Citra Pembentukan (Bagian Kedelapan Belas).....	90
Tabel A.37	Hasil Uji Coba Citra Pengenalan Jalan dan Citra Pembentukan (Bagian Kesembilan Belas).....	91

Tabel A.38	Hasil Uji Coba Citra Pengenalan Jalan dan Citra Pembentukan (Bagian Kedua Puluh)	92
Tabel A.39	Hasil Uji Coba Citra Pengenalan Jalan dan Citra Pembentukan (Bagian Kedua Puluh Satu)	93
Tabel A.40	Hasil Uji Coba Citra Pengenalan Jalan dan Citra Pembentukan (Bagian Kedua Puluh Dua)	94
Tabel A.41	Hasil Uji Coba Citra Pengenalan Jalan dan Citra Pembentukan (Bagian Kedua Puluh Tiga)	95
Tabel A.42	Hasil Uji Coba Citra Pengenalan Jalan dan Citra Pembentukan (Bagian Kedua Puluh Empat)	96
Tabel A.43	Hasil Uji Coba Citra Pengenalan Jalan dan Citra Pembentukan (Bagian Kedua Puluh Lima)	97
Tabel A.44	Hasil Uji Coba Citra Rekonstruksi Jalan (Bagian Pertama)	98
Tabel A.45	Hasil Uji Coba Citra Rekonstruksi Jalan (Bagian Kedua)	99
Tabel A.46	Hasil Uji Coba Citra Rekonstruksi Jalan (Bagian Ketiga)	100
Tabel A.47	Hasil Uji Coba Citra Rekonstruksi Jalan (Bagian Ketiga)	101
Tabel A.48	Hasil Uji Coba Citra Rekonstruksi Jalan (Bagian Keempat)	102
Tabel A.49	Hasil Uji Coba Citra Rekonstruksi Jalan (Bagian Kelima)	103
Tabel A.50	Hasil Uji Coba Citra Rekonstruksi Jalan (Bagian Keenam)	104
Tabel A.51	Hasil Uji Coba Citra Rekonstruksi Jalan (Bagian Ketujuh)	105
Tabel A.52	Hasil Uji Coba Citra Rekonstruksi Jalan (Bagian Kedelapan)	106

DAFTAR KODE SUMBER

Kode Sumber 4. 1 Implementasi <i>Morphology Erode</i>	38
Kode Sumber 4. 2 Implementasi <i>Morphology Close</i>	39
Kode Sumber 4. 3 Implementasi Konversi Matriks Ke Citra <i>Grayscale</i>	40
Kode Sumber 4. 4 Implementasi Transformasi Hough	40
Kode Sumber 4. 5 Implementasi Menentukan Puncak Transformasi Hough	41
Kode Sumber 4. 6 Implementasi Pengenalan Garis dan Titik.....	42
Kode Sumber 4. 7 Implementasi Pengecekan Garis terdekat.....	43
Kode Sumber 4. 8 Implementasi Pembentukan Jalan	44

BAB I

PENDAHULUAN

Pada bagian ini akan dijelaskan beberapa hal dasar mengenai Tugas Akhir ini meliputi latar belakang, rumusan permasalahan, batasan permasalahan, tujuan, manfaat dari Tugas Akhir, metodologi serta sistematika penulisan Tugas Akhir.

1.1 Latar Belakang

Dalam pengolahan citra, filtering merupakan hal yang penting dikarenakan filtering merupakan suatu metode untuk menonjolkan suatu kenampakan pada citra sehingga lebih mudah dibedakan dengan kenampakan yang lain. Fungsi dari filter pada pemrosesan citra adalah untuk menyeleksi suatu nilai piksel sehingga memiliki variasi nilai yang mampu menggambarkan kenampakan dengan lebih jelas dari citra asli. Untuk dapat menampilkan citra yang lebih jelas daripada citra aslinya maka diperlukan suatu penonjolan dan penyamaran dari nilai piksel. Dengan dilakukan operasi filtering diharapkan interpretasi visual dapat dilakukan dengan lebih mudah karena kenampakan menjadi lebih jelas.

Hasil dari filtering belum tentu dapat membuat citra menjadi lebih jelas, pada proyek ini terdapat citra satellite yang telah difilter, namun dari citra tersebut tidak terlalu jelas untuk membedakan bentuk bangunan dan jalan raya. Sehingga dibutuhkan perbaikan atau rekonstruksi pada citra agar dapat memperjelas bentuk jalan raya dan bangunan.

Curve fitting merupakan salah satu metode yang dapat digunakan dalam memperhalus (*smoothing*) suatu citra. Penggunaan curve fitting dalam penghalusan citra setelah menentukan posisi jalan raya, untuk menentukan objek bangunan dan jalan ini pada citra akan dilakukan pra pengolahan dengan *morphologi erosi* dan *closing*. Selanjutnya deteksi dan pengenalan jalan dengan menentukan titik menggunakan *transformasi hough*. Dan kemudian membentuk jalan dengan masking menggunakan

roipoly. Dengan curve fitting ini diharapkan dapat membantu dalam mengolah gambar jalan raya agar lebih jelas, sehingga akan mempermudah dalam penggunaan selanjutnya.

1.2 Rumusan Permasalahan

Rumusan masalah yang diangkat dalam Tugas Akhir ini dapat dipaparkan sebagai berikut:

1. Bagaimana mengimplementasikan *morphology erode*, *close* dan *canny* untuk pra-pengolahan suatu citra?
2. Bagaimana proses menjalin suatu tautan antara titik untuk menentukan jalanan dan bangunan?
3. Bagaimana proses penentuan pengenalan jalan dengan menggunakan *transformasi hough*?
4. Bagaimana mengimplementasikan *curve fitting* untuk bisa melakukan rekonstruksi jalan pada citra?

1.3 Batasan Masalah

Permasalahan yang dibahas dalam Tugas Akhir ini memiliki beberapa batasan, di antaranya sebagai berikut:

1. Citra yang digunakan untuk uji coba adalah citra map Sapporo yang input memiliki format .png.
2. Eksperimen dilakukan menggunakan MATLAB R2008b.

1.4 Tujuan

Tujuan dari pengerjaan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Sistem yang mampu melakukan pra-pengolahan suatu citra dengan menggunakan *Morphology Erode* dan *Close* beserta mendeteksi tepi dengan menggunakan metode *canny*.
2. Sistem yang mampu melakukan ekstraksi pengenalan jalan dengan menggunakan algoritma *Transformasi Hough*.
3. Merekonstruksi citra jalan raya sehingga citra menjadi jelas dan mudah untuk dilihat dengan menggunakan *curve fitting*.

1.5 Manfaat

Tugas Akhir ini dikerjakan dengan harapan dapat memberikan manfaat pada bidang informatika dalam memudahkan untuk melakukan pemrosesan citra selanjutnya. Sehingga dalam pengerjaan selanjutnya tidak menghabiskan waktu dalam perbaikan citra.

1.6 Metodologi

Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Penyusunan proposal Tugas Akhir

Tahap awal untuk memulai pengerjaan Tugas Akhir adalah penyusunan proposal Tugas Akhir. Pada proposal tersebut dijelaskan secara garis besar tentang metode pra-pengolahan suatu citra, ekstraksi fitur secara umum dan lokal serta rekonstruksi menggunakan *curve fitting*..

2. Studi literatur

Tahap ini merupakan tahap pengumpulan informasi dan data-data yang diperlukan untuk pengerjaan Tugas Akhir sekaligus mempelajarinya. Mulai dari pengumpulan literatur, diskusi, pencarian metode yang paling tepat, serta pemahaman topik Tugas Akhir antara lain *morphology*, *deteksi tepi*, *hough*, *masking*, *roipoly*, dan lain-lainnya.

3. Perancangan sistem

Tahap ini merupakan perancangan system rekonstruksi dengan menggunakan studi literatur dan mempelajari konsep yang akan dilakukan. Dengan berbekal teori, metode dan informasi yang sudah terkumpul pada tahap sebelumnya diharapkan dapat membantu dalam proses perancangan sistem.

4. Implementasi perangkat lunak

Implementasi merupakan tahap membangun rancangan sistem yang telah dibuat. Pada tahapan ini merealisasikan apa

yang terdapat pada tahapan sebelumnya, sehingga menjadi sebuah sistem yang sesuai dengan apa yang telah direncanakan.

5. Pengujian dan evaluasi

Pada tahap ini dilakukan uji coba terhadap perangkat lunak yang telah dibuat. Pengujian dan evaluasi akan dilakukan dengan melihat kesesuaian dengan perencanaan. Tahap ini dimaksudkan juga untuk mengevaluasi jalannya sistem, mencari masalah yang mungkin timbul dan mengadakan perbaikan jika terdapat kesalahan.

6. Penyusunan buku Tugas Akhir

Pada tahap ini disusun buku yang memuat dokumentasi mengenai pembuatan serta hasil dari implementasi perangkat lunak yang telah dibuat.

1.7 Sistematika Penulisan

Buku Tugas Akhir ini disusun dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I. PENDAHULUAN

Bab yang berisi mengenai latar belakang, tujuan, dan manfaat dari pembuatan Tugas Akhir. Selain itu permasalahan, batasan masalah, metodologi yang digunakan, dan sistematika penulisan juga merupakan bagian dari bab ini.

BAB II. DASAR TEORI

Bab ini berisi penjelasan secara detail mengenai dasar-dasar penunjang dan teori-teori yang digunakan untuk mendukung pembuatan Tugas Akhir ini.

BAB III. PERANCANGAN PERANGKAT LUNAK

Bab ini berisi tentang desain sistem yang disajikan dalam bentuk *pseudocode*.

BAB IV. IMPLEMENTASI

Bab ini membahas implementasi dari desain yang telah dibuat pada bab sebelumnya. Penjelasan berupa *code* yang digunakan untuk proses implementasi.

BAB V. UJI COBA DAN EVALUASI

Bab ini menjelaskan kemampuan perangkat lunak dengan melakukan pengujian kebenaran dan pengujian kinerja dari sistem yang telah dibuat.

BAB VI. PENUTUP

Bab ini merupakan bab terakhir yang menyampaikan kesimpulan dari hasil uji coba yang dilakukan dan saran untuk pengembangan perangkat lunak ke depannya.

(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB II

DASAR TEORI

Bab ini berisi penjelasan teori-teori yang berkaitan dengan algoritma yang diajukan pada pengimplementasian perangkat lunak. Penjelasan ini bertujuan untuk memberikan gambaran secara umum terhadap sistem yang dibuat dan berguna sebagai penunjang dalam pengembangan.

2.1 Pengenalan Citra Digital

Citra digital terdiri dari sekumpulan piksel (elemen terkecil dari sebuah gambar). Setiap piksel merepresentasikan warna (atau tingkat keabuan untuk foto hitam putih) pada wilayah tunggal dalam sebuah gambar. Piksel dapat dikatakan pula sebagai titik kecil dari warna tertentu. Dengan mengukur warna dari sebuah citra dari sebagian besar wilayah gambar, dapat dibuat aproksimasi digital dari gambar dari duplikatnya yang mana dapat dibuat ulang. Sebuah citra digital merupakan susunan array persegi panjang dari piksel-piksel yang kadangkala disebut bitmap [1].

Sebuah gambar dapat didefinisikan sebagai fungsi dua dimensi, $f(x, y)$, dimana x dan y adalah koordinat spasial, dan amplitudo dari f pada setiap pasang koordinat (x, y) yang disebut intensitas (*intensity*) atau tingkat keabuan (*gray level*) dari gambar pada poin tersebut. Ketika x , y , dan nilai amplitudo dari f semuanya memiliki batas, berjumlah diskrit, dapat dikatakan gambar tersebut adalah citra digital. Bidang dari pengolahan citra digital adalah pemrosesan citra digital dengan menggunakan komputer digital [2].

2.1.1 Citra Biner

Sebuah citra biner (biasanya disebut juga citra BW atau gambar BW) terbuat dari piksel-piksel yang masing-masing menyimpan satu bit nilai yang berkorespondensi pada tingkat keabuan dari sebuah citra lokasi tertentu. Citra biner ini setiap pikselnya hanya

terdiri dari satu dari dua warna, biasanya hitam atau putih. Ketidakmampuan untuk merepresentasikan pertengahan dari keabuan adalah batas dari fungsinya ketika berhadapan dengan dunia citra fotografi [2].

2.1.2. Citra Grayscale

Citra *grayscale* adalah citra digital yang hanya berisi informasi kecerahan tanpa memiliki unsur warna. Nilai piksel pada citra *grayscale* memiliki kedalaman 8 bit sehingga nilai pikselnya berada pada rentang nilai 0 sampai 255. Semakin piksel mendekati nilai 255, maka warna yang tampil pada citra akan semakin cerah atau mendekati warna putih. Tetapi ketika nilai piksel semakin mendekati nilai 0, maka warna yang tampil pada citra akan semakin gelap atau mendekati warna hitam [1].

2.2 Pra-pengolahan Suatu Citra

Pra-pengolahan suatu citra merupakan salah satu langkah yang akan digunakan untuk merekonstruksi jalan pada citra map sapporo. Tujuan dari pra-pengolahan suatu citra adalah untuk mengisi ataupun memperjelas perbedaan bangunan dan jalan dan mempersiapkan citra untuk masuk ke proses ekstraksi jalan.

Pra-pengolahan suatu citra dilakukan sebelum proses rekonstruksi jalan. Noise yang terdapat pada citra dapat mempersulit pada langkah ekstraksi jalan sehingga tahapan pra-pengolahan suatu citra ini sangat penting. Pada Tugas Akhir ini dibahas sebuah algoritma yang menggabungkan beberapa proses dalam satu rangkaian tahapan pra-pengolahan suatu citra. Beberapa proses tersebut adalah erosi (*morphologi erode*), close (*morphology close*)

Pada subbab ini akan dijelaskan lebih lanjut mengenai objek yang digunakan, yaitu citra berderajat keabuan atau citra *grayscale* serta proses yang merupakan bagian dari pra-pengolahan suatu citra, yaitu melakukan *morphology erosi*, mengisi lubang pada citra dengan *morphology closing*.

2.2.1 Morphologi Erosi (*Erode*)

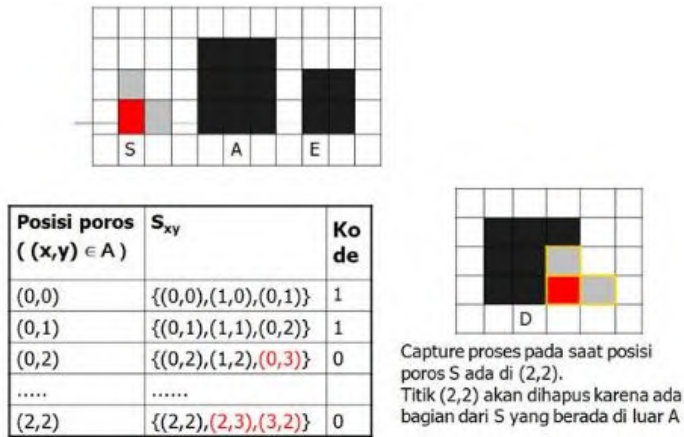
Proses erosi merupakan bagian dari tahapan pra-pengolahan suatu citra. Proses ini bertujuan untuk memperkecil ukuran citra. Proses ini sangat penting dilakukan agar pada hasil tahap rekonstruksi jalan pada citra memiliki target yang lebih jelas.

Pada Tugas Akhir ini akan dilakukan erosi untuk mengecilkan citra. Erosi adalah operasi morfologi yang akan mengurangi pixel pada batas antar objek dalam suatu citra digital. Erosi ini akan membuat ukuran sebuah citra menjadi lebih kecil. Apabila erosi dilakukan maka yang dikerjakan adalah memindahkan piksel pada batasan-batasan objek yang akan di erosi. Jumlah dari piksel yang ditambah atau dihilangkan bergantung pada ukuran dan bentuk dari struktur element yang digunakan untuk memproses image tersebut [3].

Cara kerja dari erosi ini adalah sebagai berikut :

$$E(A,S)=A \otimes S \quad (2.1)$$

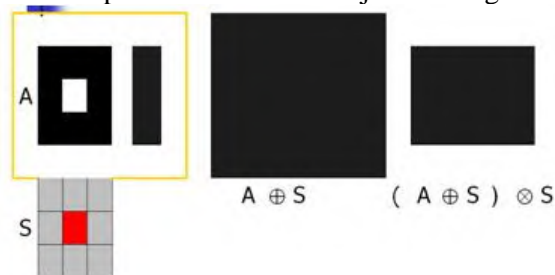
Untuk setiap titik pada A , letakkan titik poros S pada titik A . Jika ada bagian dari S yang berada di luar A , maka titik poros akan dihapus atau dijadikan latar.



Gambar 2. 1 Contoh proses morfologi erosi

2.2.2 Morphologi Close

Proses *close* ini digunakan untuk menutup lubang lubang pada citra, menggabungkan objek objek yang berdekatan dan secara umum menghaluskan batas dari objek besar tanpa mengubah area objek secara signifikan. Proses *closing* ini merupakan kombinasi dimana suatu citra dilakukan operasi *dilasi* dan dilanjutkan dengan *erosi* [4].



Gambar 2. 2 Contoh proses morfologi close

2.2.3 Deteksi Tepi Canny

Deteksi tepi *canny* adalah teknik untuk mengekstrak informasi struktural dari objek yang berbeda dan secara dramatis mengurangi jumlah data yang akan diproses. Deteksi tepi *canny* dapat mendeteksi tepian yang sebenarnya dengan tingkat error yang minimum dan optimal [5].

Ada beberapa kriteria pendeteksi tepian paling optimum yang dapat dipenuhi oleh algoritma Canny:

- Mendeteksi dengan baik
Kemampuan untuk meletakkan dan menandai semua tepi yang ada sesuai dengan pemilihan parameter-parameter konvolusi yang dilakukan. Sekaligus juga memberikan fleksibilitas yang sangat tinggi dalam hal menentukan tingkat deteksi ketebalan tepi sesuai yang diinginkan.
- Melokalisasi dengan baik
Dengan *canny* di mungkinkan dihasilkan jarak yang minimum antara tepi yang di deteksi dengan tepi yang asli.
- Respon yang jelas
Hanya ada satu respon untuk tiap tepi. Sehingga mudah dideteksi dan tidak menimbulkan kerancuan pada pengolahan citra selanjutnya.

2.3 Pembentukan Jalan

Proses penentuan titik jalan bertujuan untuk mendapatkan titik-titik jalan pada citra map. Proses ini sangat dibutuhkan untuk kebutuhan di proses selanjutnya, yaitu proses pembentukan dan deteksi jalan.

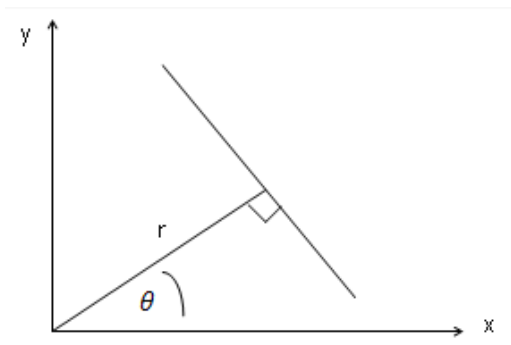
Pada Tugas Akhir ini proses pendeteksian dan pembentukan jalan menggunakan metode *transformasi hough*. Data yang dibutuhkan adalah citra masukan. Citra yang digunakan adalah citra map yang telah dilakukan pra pengolahan dengan *morphology erode* dan *close* yang telah dilakukan deteksi tepi *canny*.

Hough Transform adalah teknik transformasi citra yang dapat digunakan untuk mengisolasi atau dengan kata lain memperoleh fitur dari sebuah citra. Karena tujuan dari sebuah transformasi adalah mendapatkan suatu fitur yang lebih spesifik, *Classical Hough Transform* merupakan teknik yang paling umum digunakan untuk mendeteksi objek yang berbentuk kurva seperti garis, lingkaran, elips dan parabola. Keuntungan utama dari transformasi Hough adalah dapat mendeteksi sebuah tepian dengan celah pada batas fitur dan secara relatif tidak dipengaruhi oleh derau atau *noise* [6].

Pada Tugas Akhir ini transformasi hough yang diterapkan adalah menggunakan fungsi garis untuk pendeteksian dan penentuan titik jalan pada citra.

$$x \cos \theta + y \sin \theta = r \quad (2.4)$$

Dengan x dan y merupakan titik koordinat yang menyusun objek garis tersebut, sedangkan θ adalah sudut yang dibentuk antara objek garis dengan sumbu x , dan r merupakan jarak antara garis dengan titik pusat $(0,0)$. Untuk lebih jelasnya dapat diilustrasikan dengan menggunakan gambar berikut.



Gambar 2. 3 Ilustrasi fungsi garis hough

2.4 Membentuk Jalan

Pembentukan persegi dari koordinat dan proses deteksi garis menggunakan *transdormasi hough* merupakan bagian dari proses pembentukan jalan. Proses ini dilakukan agar mempermudah dalam membentuk jalan dikarenakan pada citra akan menentukan daerah yang merupakan jalan.

Sebelum dilakukannya *curve fitting* dengan *masking roipoly*, citra hasil pendeteksi dan pengenalan jalan dilakukan pengecekan dengan garis terdekat. Kemudian dilakukan pembentukan persegi sehingga bentuk jalan lebih jelas dengan menghubungkan garis. Setelah membentuk persegi kemudian dilakukanlah *masking* dengan menggunakan *roipoly*.

2.4.1 Curve Fitting

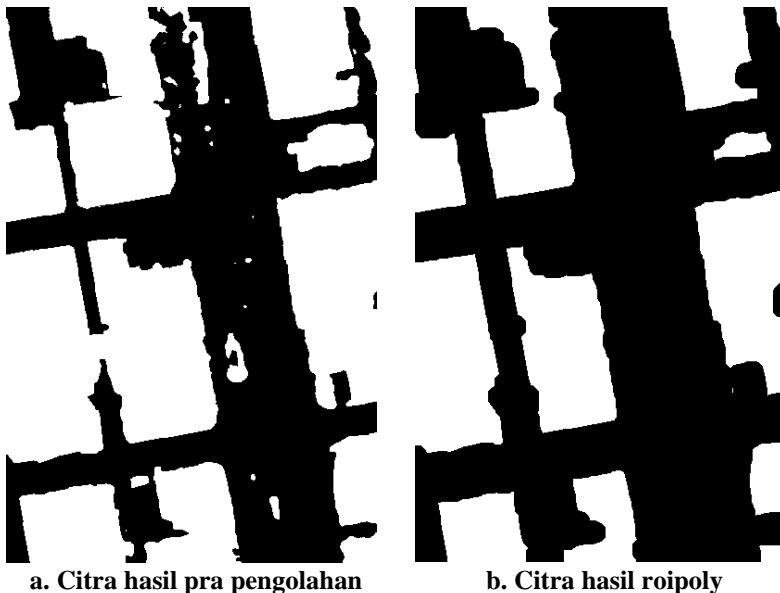
Curve fitting adalah proses membangun sebuah kurva, atau fungsi matematika, yang paling cocok untuk serangkaian titik data. *Curve fitting* dapat melibatkan *interpolasi*, dimana fit yang tepat untuk data yang diperlukan, atau *smoothing*, yang mana fungsi “*smooth*” dibangun sesuai dengan data. Topik yang berkaitan dengan *curve fitting* adalah analisis regresi, yang lebih berfokus kepada pertanyaan inferensi statistic seperti banyaknya ketidakpastian dalam kurva yang cocok untuk data yang diamati dengan kesalahan acak [7].

Curve fitting merupakan proses *data-smoothin*, yakni proses pendekatan terhadap kecenderungan data-data dalam bentuk persamaan model matematika. Proses ini juga dapat digunakan untuk keperluan interpolasi data. Misalkan tersedia data-data y pada berbagai x (sejumlah n pasang), maka dicari suatu persamaan $y = f(x)$ yang memberikan hubungan y dengan x yang mendekati data. Proses ini disebut *curve fitting*.

2.4.2 Roipoly

Roipoly adalah adalah fungsi MATLAB untuk memilih daerah poligonal kepentingan dalam sebuah gambar. *Roipoly* mengembalikan citra biner yang dapat anda gunakan sebagai mask untuk mask yang sudah difilter [8].

Proses *roipoly* merupakan bagian dari proses pembentukan jalan. Pada Tugas Akhir ini menggunakan *roipoly*. Pada proses sebelumnya telah didapatkan koordinat titik-titik yang menentukan letak jalan pada citra. Dengan menggunakan koordinat tersebut dilakukanlah *roipoly* sehingga mendapatkan dan membentuk jalan yang lebih jelas.



Gambar 2. 4 Citra preprocessing dan hasil proses *roipoly*

BAB III

DESAIN DAN PERANCANGAN

Pada bab ini akan dijelaskan desain dan perancangan rekonstruksi jalan pada map sapporo. Desain perancangan akan dibagi menjadi tiga proses utama yaitu proses proses untuk melakukan pra-pengolahan citra, proses pendeteksian dan pengenalan jalan, dan proses pembentukan jalan. Selain itu juga akan dijelaskan perancangan sistem rekonstruksi jalan dengan diagram alir. Untuk masing-masing proses utama akan dibagi menjadi proses-proses kecil yang terlibat di dalamnya. Baik untuk proses utama maupun proses-proses kecil yang terlibat di dalamnya akan disajikan dalam bentuk *pseudocode* untuk mempermudah memahami jalannya program.

3.1 Desain Metode Secara Umum

Pada tugas akhir ini akan melakukan rekonstruksi jalan pada citra map Sapporo agar terlihat lebih jelas dan lebih mudah dibaca. Metode yang digunakan dalam merekonstruksi jalan ini adalah metode *curve fitting*.

Metode *curve fitting* digunakan untuk memperhalus jalan pada citra, yang sebelumnya telah dilakukan preprossessing. Pada awalnya dipilih sebuah gambar map. Yang kemudian gambar tersebut akan dilakukan morfologi untuk mempermudah dalam ekstraksi jalan. Dalam preprossessing ini dilakukan erosi dan closing. Erosi dilakukan agar dapat memperkecil objek pada citra yang mana bentuk bangunan pada citra tidak jelas dan tidak dapat menentukan yang mana berupa jalan. Setelah itu dilakukanlah closing yang berguna untuk mengisi lubang-lubang yang ada pada citra sehingga citra menjadi jelas dan semakin halus.

3.2 Arsitektur Umum Sistem

Mempertimbangkan terbatasnya waktu dalam pengerjaan tugas akhir, implementasi perangkat lunak harus dibuat secara cepat dan efisien. Dengan fleksibilitas dan kemudahan dalam penggunaan, MATLAB R2008b merupakan solusi sebagai alat dalam implementasi. Selain itu juga MATLAB R2008b memiliki kelebihan untuk membuat antarmuka pengguna yang mudah dipahami namun tetap sesuai dengan kebutuhan. Gambar yang akan dimasukkan ke dalam aplikasi berasal dari dalam komputer yang sama yang menjalankan aplikasi.

3.3 Perancangan Data

Perancangan data merupakan bagian yang penting dalam proses pengoperasian perangkat lunak. Data yang benar membuat perangkat lunak dapat beroperasi dengan benar. Data yang dibutuhkan dalam proses pengoperasian perangkat lunak adalah data masukan (*input*), serta data keluaran (*output*) yang memberikan hasil dari operasi perangkat lunak bagi pengguna.

3.3.1 Data Masukan

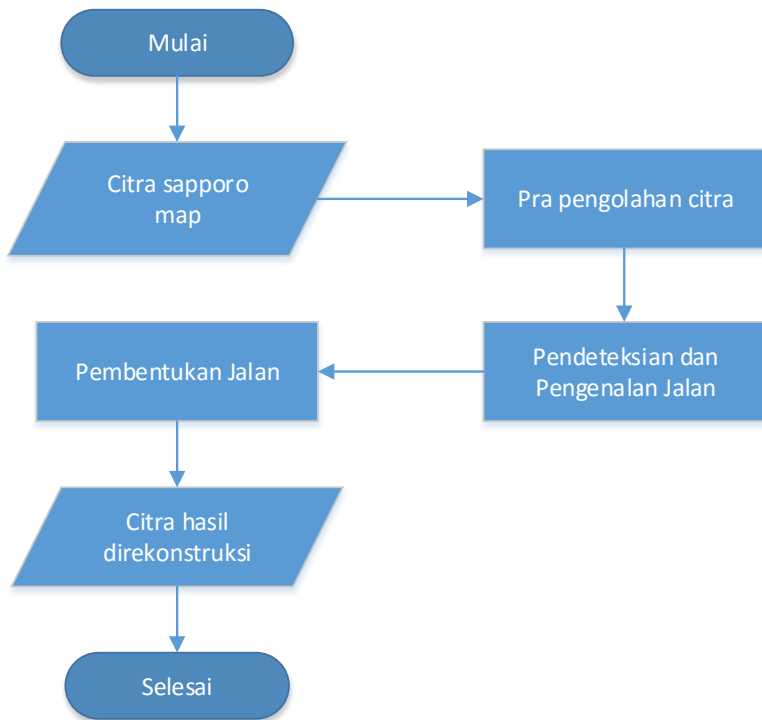
Data masukan adalah data yang akan diolah oleh sistem untuk mendapatkan hasil keluaran yang sudah ditentukan sistem. Pada aplikasi ini, data masukan berupa gambar map sapporo dengan format .png serta ukuran gambar baru yang diinginkan pengguna. Data masukan berasal dari komputer yang menjalankan aplikasi dan dipilih oleh pengguna. Untuk ukuran gambar baru ditentukan oleh user sesuai dengan keinginan user.

3.3.2 Data Keluaran

Data keluaran adalah data yang dihasilkan dari proses yang berjalan pada aplikasi. Pada aplikasi ini, data yang dihasilkan adalah sebuah gambar. Gambar tersebut merupakan gambar yang berasal dari gambar masukan dengan hasil rekonstruksi.

3.4 Diagram Alir Sistem Utama

Pada proses utama dalam aplikasi ini membutuhkan masukan berupa gambar map sapporo diinginkan oleh pengguna. Gambar tersebut kemudian akan direkonstruksi dengan melakukan *morphology erode* dan *morphology closing* kemudian diolah dengan metode *transformasi hough* untuk mengenali dan membentuk gambar dan kemudian dilanjutkan dengan *curve fitting*. Hasil dari proses ini adalah gambar dengan ukuran yang baru. Gambar 3.1 memperlihatkan diagram alir dari sistem aplikasi.

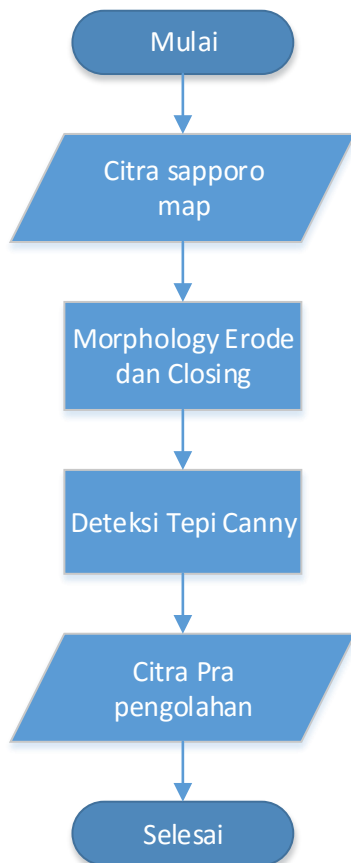


Gambar 3. 1 Diagram Alir Utama

3.5 Perancangan Pra-Pengolahan Citra

Salah satu proses utama yang ada pada aplikasi ini adalah proses pra-pengolahan citra. Pada proses ini terdapat satu program utama yang bertujuan untuk memanggil secara keseluruhan program-program lain yang lebih kecil yang berisi proses-proses yang lebih kecil untuk dijalankan.

Pada subbab-subbab berikutnya akan dijelaskan *pseudocode* masing-masing program. Diagram alir perancangan pra-pengolahan citra dapat dilihat pada Gambar 3.2. Tabel 3.1 berisi variabel-variabel yang akan digunakan sedangkan pada Tabel 3.2 dan Tabel 3.3 berisi fungsi-fungsi yang akan dipakai pada *pseudocode* program.



Gambar 3. 2 Diagram Alur Pra-Pengolahan

Tabel 3. 1 Daftar Variabel yang Digunakan Pada *Pseudocode* Perancangan Pra-pengolahan Citra

No.	Nama Variabel	Tipe Data	Penjelasan
1.	image	uint8	Gambar masukan berupa citra map Sapporo
2.	BW	logical	Citra hasil konversi menjadi citra binary
3.	Se	strel	Element penataan berbentuk disk dengan jumlah element penataan adalah 10
4.	erosi	logical	Citra hasil proses <i>morphology erode</i>
5.	morphology	logical	Citra hasil proses <i>morphology close</i>
6.	canny	logical	Citra hasil proses <i>edge detection</i> menggunakan <i>canny</i> .

Tabel 3. 2 Daftar Fungsi yang Digunakan Pada *Pseudocode* Perancangan Pra-pengolahan Citra (Bagian Pertama)

No.	Nama Fungsi	Penjelasan
1.	imread	Fungsi untuk mendapatkan gambar.
2.	im2bw	Fungsi untuk melakukan proses binerisasi.
3.	imerode	Mengubah citra menjadi citra yang telah erosi
4.	imclose	Mengubah citra menjadi citra yang telah <i>closing</i>
5.	erode	Fungsi untuk melakukan proses <i>erosi</i> .
6.	close	Fungsi untuk melakukan proses <i>closing</i> .

Tabel 3. 3 Daftar Fungsi yang Digunakan Pada *Pseudocode* Perancangan Pra-pengolahan Citra (Bagian Kedua)

No.	Nama Fungsi	Penjelasan
7.	strel	Objek yang merepresentasikan sebuah struktur elemen <i>morphological</i> .
8.	edge	Mencari tepi dalam intensitas gambar.
9.	canny	Fungsi untuk melakukan proses <i>edge detection canny</i> .

3.5.1 Morphology Erode dan Closing

Program *erode* merupakan program yang melakukan morphology *erode* pada citra masukan. Sebuah citra masukan akan dilakukan proses *erode* untuk mengecilkan objek sehingga terlihat perbedaan pada citra. Setelah didapatkan citra keluaran dari proses *erode*, kemudian dilakukanlah proses *closing* yang merupakan *morphology close* agar menutup lubang-lubang kecil pada citra dan secara tidak langsung memperhalus citra. *Pseudocode* proses *erode* ditunjukkan pada Gambar 3.3 dan *closing* pada Gambar 3.4.

Masukan	Citra setelah dikonversi menjadi citra binari (variabel BW)
Keluaran	Citra hasil proses erosi (variabel BW erode)
1. se = strel(disk,radius); 2. erosi = imerode(BW,se);	

Gambar 3. 3 *Pseudocode morphology erode*

Masukan	Citra hasil proses erosi (variabel BW erode)
Keluaran	Citra hasil proses closing (variabel BW close)
1. se = strel(disk,radius); 2. morphology = imclose(BW erode,se);	

Gambar 3. 4 *Pseudocode morphology erode*

3.5.2 Deteksi Tepi Canny

Setelah mendapatkan citra hasil proses *morphology erode* dan *close*, maka akan dilakukan proses *edge detection canny*. Citra masukan berupa citra biner dari hasil *morphology erode* dan *close* harus diubah ke *grayscale* terlebih dahulu sebelum masuk ke proses *smoothing*. Selanjutnya akan dilakukan proses deteksi tepi *canny*. Pada Gambar 3.5 menunjukkan *pseudocode* proses memperhalus suatu citra yang menghasilkan citra keluaran.

Masukan	Citra hasil proses <i>morphology closing</i> (variabel BW close)
Keluaran	Citra hasil proses deteksi tepi <i>canny</i> (variabel BW canny)
1. se = strel(disk, radius); 2. canny = edge(BW close, metode canny);	

Gambar 3. 5 Pseudocode memperhalus citra

3.6 Perancangan Pendeteksian dan Pengenalan Jalan

Pada subbab ini akan menjelaskan perancangan pengaturan untuk deteksi titik-titik pengenalan jalan. Pendeteksian ini dilakukan sebelum citra masukan masuk ke proses pembentukan jalan. Data masukan yang digunakan adalah citra hasil dari proses deteksi tepi *canny*. Penjelasan proses deteksi titik dan pengenalan jalan akan dijelaskan dengan *pseudocode* unruk memudahkan memahami jalannya program. Tabel 3.4 dan Tabel 3.5 berisi variabel-variabel yang akan digunakan pada proses pendeteksi titik dan pengenalan jalan. Tabel 3.6 berisi fungsi-fungsi yang dipakai pada *pseudocode* proses pendeteksi titik dan pengenalan jalan.

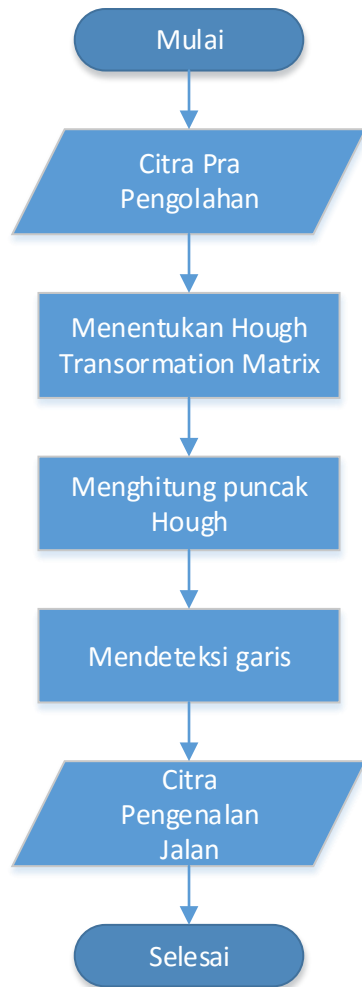
Langkah pertama yang dilakukan adalah menginisialisasi *Standard Hough Transform* (SHT) dari citra masukan. Kemudian menghitung SHT menggunakan fungsi *hough* yang dirancang untuk mendeteksi garis. Fungsi menggunakan representasi parametrik garis : $\rho = x * \cos(\theta) + y * \sin(\theta)$.

Fungsi mengembalikan ρ , jarak dari asal ke garis sepanjang vektor tegak lurus terhadap garis, dan θ , sudut dalam derajat antara sumbu x dan vektor ini. Fungsi ini juga mengembalikan Standard Hough Transform, H , yang merupakan matriks ruang parameter yang baris dan kolom sesuai dengan ρ dan θ nilai masing-masing.

Setelah mendapatkan SHT maka akan dilakukan pencarian puncak (*peaks*) pada matriks H transformasi hough dengan menggunakan fungsi *houghpeaks*. Proses pertama yang dilakukan adalah menginisialisasi puncak kemudian mencari nilai puncak dan jumlah puncak yang akan dicari.

Dengan nilai puncak yang telah didapatkan maka dilanjutkan dengan menemukan titik yang menentukan jalan pada citra dengan menggunakan fungsi *houghlines*. Sebelum mencari titik, dilakukan inisialisasi line untuk menyimpan titik hasil *houghlines*. Kemudian mengekstrak segmen garis dalam citra hasil deteksi tepi.

Setelah mendapatkan nilai titik maka akan dilakukan plotting terhadap data masukan agar dapat menampilkan titik dan garis pada proses selanjutnya. Diagram alir perancangan pra-pengolahan citra dapat dilihat pada Gambar 3.6. Sedangkan untuk *pseudocode* perancangan pendeteksi dan pengenalan jalan ditunjukkan pada Gambar 3.7.



Gambar 3. 6 Diagram Alir Pendeteksian dan Pengenalan Jalan

Tabel 3. 4 Daftar Variabel yang Digunakan Pada *Pseudocode* Penentuan Titik dan Pengenalan Jalan (Bagian Pertama)

No	Nama Variabel	Tipe Data	Penjelasan
1	H	double	Hough transform matriks
2.	T	double	(theta) sudut antara x-axis dan rho vektor
3.	R	double	(rho) jarak dari asal ke garis sepanjang vektor tegak lurus terhadap garis
4.	P	double	Kolom dan baris menyimpan koordinat dari puncak yang ditemukan
5.	lines	struct	Garis yang ditemukan, dikembalikan sebagai struktur array yang panjangnya sama dengan jumlah gabungan segmen garis yang ditemukan
6.	max_len	double	Jarak maksimal atau paling panjang dari len
7.	Len	double	Jarak antara titik yang ditemukan pada hasil deteksi garis
8.	k	double	Nilai variansi <i>Fuzzy Geometrical Features</i> .
9.	xy	double	Titik koordinat x dan y hasil dari deteksi garis

Tabel 3. 5 Daftar Variabel yang Digunakan Pada *Pseudocode* Penentuan Titik dan Pengenalan Jalan (Bagian Kedua)

No	Nama Variabel	Tipe Data	Penjelasan
10.	xy_long	double	Titik koordinat dengan jarak maksimum hasil dari deteksi garis
11.	X	double	Nilai puncak pada titik x
12.	Y	double	Nilai puncak pada titik y

Tabel 3. 6 Daftar Fungsi yang Digunakan Pada *Pseudocode* Perancangan Pengenalan Target

No.	Nama Fungsi	Penjelasan
1.	hough	Fungsi mendapatkan <i>transformasi hough</i>
2.	houghpeaks	Fungsi mendapatkan puncak pada <i>transformasi hough</i> .
3.	houghlines	Fungsi untuk mendapatkan pendeteksi garis yang telah didapatkan dari penentuan puncak
4.	axis	Fungsi untuk menetapkan batas titik dan tampilannya
5.	hold	Fungsi untuk mempertahankan plot pada saat menambahkan plot baru
6.	norm	Fungsi menormalisasikan vektor dan matriks
7.	plot	Fungsi untuk membuat 2D plot

Masukan	Citra hasil deteksi tepi <i>canny</i> (variabel BW <i>canny</i>)
Keluaran	Koordinat titik dengan jarak terpanjang (variabel xy long)
<ol style="list-style-type: none"> 1. Inisialisasi SHT (Standard Hough Transform) untuk mendapatkan Hough transform matriks, teta, dan rho. 2. Menghitung hough dari citra masukan untuk mendapatkan SHT 3. Imshow SHT dalam bentuk colormap 4. Menginisialisasi puncak 5. Menghitung puncak dengan fungsi <code>houghpeaks</code> 6. <code>Hough=H</code> 7. <code>Numpeaks = 5</code> 8. <code>Threshold = 0,5*max(H(:))</code> 9. <code>x=T(peaks(:,2))</code> 10. <code>y= R(peaks(:,1))</code> 11. plot x,y pada colormap 12. Inisialisasi lines 13. Menghitung lines menggunakan fungsi <code>houghlines</code>. 14. <code>Fillgap = 20</code> 15. <code>MinLength = 40</code> 16. <code>Max_len = 0</code> 17. For k = 1:lenght(lines) 18. <code>xy = [lines(k).point]</code> 19. plot(xy) pada gambar BW_close 20. hitung endpoint dari line terpanjang 21. <code>len = normalisasi dari line(k).point1 dikurangi line(k).point2</code> 22. if (len > max_len) 23. <code>max_len = len</code> 24. <code>xy_long = xy</code> 	

Gambar 3. 7 Pseudocode proses penentuan titik dan pengenalan jalan

3.7 Perancangan Pembentukan Jalan

Pada subbab ini akan menjelaskan perancangan pembentukan jalan dengan membentuk sebuah persegi setelah ditemukan titik-titik dalam pengenalan jalan.. Data masukan yang digunakan adalah titik yang menghasilkan jarak terpanjang pada proses pengenalan jalan yang menggunakan *transformasi hough*. Penjelasan proses deteksi titik dan pengenalan jalan akan dijelaskan dengan *pseudocode* untuk memudahkan memahami jalannya program. Tabel 3.7 dan 3.8 berisi variabel-variabel yang akan digunakan pada proses pembentukan jalan. Tabel 3.9 berisi fungsi-fungsi yang dipakai pada *pseudocode* proses pembentukan jalan. Untuk diagram alir pembentukan jalan ditunjukkan pada Gambar 3.8. Sedangkan untuk *pseudocode* perancangan pembentukan jalan ditunjukkan pada Gambar 3.9.



Gambar 3. 8 Diagram Alir Pembentukan Jalan

Tabel 3. 7 Daftar Variabel yang Digunakan Pada *Pseudocode* Pembentukan Jalan (Bagian Pertama)

No	Nama Variabel	Tipe Data	Penjelasan
1	rows	double	Baris menyimpan ukuran x citra masukan
2.	columns	double	Kolom menyimpan ukuran y citra masukan
3.	x1	double	Nilai x dari koordinat pertama garis maksimum deteksi jalan
4.	x2	double	Nilai x dari koordinat kedua garis maksimum deteksi jalan
5.	x3	double	Koordinat x yang dilewati untuk pengecekan garis terdekat
6.	x3	double	Jarak maksimal atau paling panjang dari len
7.	x4	double	Nilai x untuk garis terdekat dengan x1 deteksi garis
8.	x5	double	Nilai x untuk garis terdekat dengan x2 deteksi garis
9.	y1	double	Nilai y dari koordinat pertama garis maksimum deteksi jalan
10.	y2	double	Nilai y dari koordinat pertama garis maksimum deteksi jalan

Tabel 3. 8 Daftar Variabel yang Digunakan Pada *Pseudocode* Pembentukan Jalan (Bagian Kedua)

No	Nama Variabel	Tipe Data	Penjelasan
11.	y3	double	Koordinat y yang dilewati untuk pengecekan garis terdekat
12.	y4	double	Nilai y untuk garis terdekat dengan x1 deteksi garis
13.	y5	double	Nilai y untuk garis terdekat dengan x2 deteksi garis
14.	I	double	Perulangan untuk pengecekan garis terdekat
15.	slope	double	ukuran kemiringan dari koordinat garis terpanjang.
16.	a	double	Menyimpan nilai x4 dan y4
17.	b	double	Menyimpan nilai x5 dan y5
18.	line_result	double	Menyimpan koordinat hasil pengecekan yaitu a dan b

Tabel 3. 9 Daftar Fungsi yang Digunakan Pada *Pseudocode* Perancangan Pembentukan Jalan

No.	Nama Fungsi	Penjelasan
1.	size	Fungsi mendapatkan dimensi <i>array</i>
2.	axis	Fungsi untuk menetapkan batas titik dan tampilannya
3.	hold	Fungsi untuk mempertahankan plot pada saat menambahkan plot baru
4.	norm	Fungsi menormalisasikan vektor dan matriks
5.	plot	Fungsi untuk membuat 2D plot

Masukan	Citra hasil pra-pengolahan dan koorninat hasil deteksi jalan(variabel morph dan line)
Keluaran	Koordinat titik (variabel line result)
<pre> 1. Inisialisasi ukuran citra pra pengolahan 2. [rows, columns] = mendapatkan ukuran citra(morph); 3. Inisialisasi x1 = line(1,1); y1 = line(1,2); 4. x2 = line(2,1); y2 = line(2,2); 5. x3 = 0; 6. y3 = y1; 7. for i = x1:kolom 8. jika y1 pada citra morph dan i == 1 9. break 10. end 11. tampilkan i; 12. x3 = i; 13. end 14. inisialisasi slope = (y2-y1)/ (x2-x1); 15. inisialisasi nilai x4; 16. inisialisasi nilai x5; 17. mendapatkan y4 = slope * (x4 - x3) + y3;</pre>	

```

18. mendatangkany5 = slope * (x5 - x3) + y3;
19. plot([x1,x2],[y1,y2]);
20. plot([x4,x5],[y4,y5]);
21. plot([x3,x4],[y3,y4]);
22. a =[x4,y4];
23. b =[x5,y5];
24. koordinat final =[a,b];

```

Gambar 3. 9 Pseudocode proses pembentukan jalan

Setelah didapatkan koordinat dalam untuk pembentukan jalan. Selanjutnya dilakukan *masking* dengan menggunakan *roipoly* dari koordinat yang didapatkan. Penjelasan proses *masking* akan dijelaskan dengan *pseudocode* unruk memudahkan memahami jalannya program. Tabel 3.10 dan Tabel 3.11 berisi variabel-variabel yang akan digunakan pada proses pembentukan jalan. Tabel 3.12 berisi fungsi-fungsi yang dipakai pada *pseudocode* proses pembentukan jalan. Sedangkan untuk *pseudocode* perancangan pembentukan jalan ditunjukkan pada Gambar 3.9.

Tabel 3. 10 Daftar Variabel yang Digunakan Pada Pseudocode Masking jalan (Bagian Pertama)

No	Nama Variabel	Tipe Data	Penjelasan
1.	lineOne	double	Variabel menyimpan hasil reshape koordinat line_result
2.	lineOnevecX	double	Nilai x dari line_result
3.	lineOnevecY	double	Nilai y dari line_result
4.	lineDetectvecX	double	Nilai x dari line
5.	lineDetectvecY	double	Nilai x dari line
6.	maskOne	double	Koordinat x dari lineOnevecX dan lineDetectvecX

Tabel 3. 11 Daftar Variabel yang Digunakan Pada *Pseudocode* Masking jalan (Bagian Kedua)

No	Nama Variabel	Tipe Data	Penjelasan
7.	maskTwo	double	Koordinat y dari lineOnevecX dan lineDetectvecX
8.	fixImage	logical	Citra hasil masking
9.	finalImage	logical	citra hasil burn masking ke citra hasil pra pengolahan

Tabel 3. 12 Daftar Fungsi yang Digunakan Pada *Pseudocode* Masking Jalan

No.	Nama Fungsi	Penjelasan
1.	Reshape	Merubah ukuran matrix
2.	roipoly	Fungsi masking berdasarkan koordinat

Masukan	Citra hasil pra-pengolahan (variabel <code>morphing</code>), koordinat hasil deteksi jalan (variabel <code>line</code>), koordinat pembentukan jalan (variabel <code>line result</code>)
Keluaran	Citra hasil masking (variabel <code>finalImage</code>)
1. <code>lineOne =</code> Merubah ukuran matrik dari <code>line_result</code> 2. <code>lineOnevecX =</code> mendapatkan nilai x dari <code>lineOne</code> 3. <code>lineOnevecY =</code> mendapatkan nilai y dari <code>lineOne</code> 4. <code>lineDetecvecX =</code> mendapatkan nilai x dari <code>line</code> 5. <code>lineDetecvecY =</code> mendapatkan nilai y dari <code>line</code> 6. <code>maskOne =</code> menggabungkan nilai x sebagai koordinat masking 7. <code>maskTwo =</code> menggabungkan nilai y sebagai koordinat masking 8. <code>fixImage =</code> roipoly citra morph dengan <code>maskOne</code> dan <code>maskTwo</code> 9. <code>finalImage =</code> burn masking ke citra hasil pra pengolahan	

Gambar 3. 10 Pseudocode proses masking jalan

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB IV IMPLEMENTASI

Pada bab ini akan dibahas mengenai implementasi yang dilakukan berdasarkan rancangan yang telah dijabarkan pada bab sebelumnya. Sebelum penjelasan implementasi akan ditunjukkan terlebih dahulu lingkungan untuk melakukan implementasi.

4.1 Lingkungan Pembangunan

Dalam membangun aplikasi ini digunakan beberapa perangkat pendukung baik perangkat keras maupun perangkat lunak. Lingkungan pembangunan dijelaskan sebagai berikut.

4.1.1 Lingkungan Pembangunan Perangkat Keras

Perangkat keras yang dipakai dalam pembuatan aplikasi ini memiliki spesifikasi sebagai berikut.

1. Prosesor Intel(R) Core™ i3-3120M CPU @ 2,50GHz.
2. Memori (RAM) 4,00 GB.

4.1.2 Lingkungan Pembangunan Perangkat Lunak

Spesifikasi perangkat lunak yang digunakan untuk membuat aplikasi ini yakni sebagai berikut.

1. MATLAB R2008b Version 7.7.0.471.
2. Windows 10 Ultimate 64 bit sebagai sistem operasi.

4.2 Implementasi Proses Perangkat Lunak

Pada subbab ini akan dijelaskan implementasi setiap subbab yang terdapat pada bab sebelumnya yaitu bab desain dan perancangan. Pada bagian implementasi ini juga akan dibagi menjadi 3 bagian seperti pada Gambar 3.1, yaitu pra-pengolahan citra, pendeteksian titik dan pengenalan jalan dan pembentukan

jalan. Ketiga bagian tersebut akan dijelaskan pada subbab-subbab tersendiri.

4.2.1 Implementasi Pra-pengolahan Suatu Citra

Pada bagian ini akan dijelaskan implementasi dari proses pra-pengolahan suatu citra. Pada proses pra-pengolahan suatu citra ini memiliki beberapa tahap yaitu mengurangi *noise* (*denoising*), memperhalus suatu citra (*smoothing*), dan pendeteksian tepi.

4.2.1.1 Morphologi Erosi (*Erode*)

Citra masukan akan dilakukan proses mengurangi dan memperkecil citra menggunakan proses *Erosi*. Proses ini sangat penting dilakukan agar pada hasil tahap rekonstruksi jalan pada citra memiliki target yang lebih jelas.

Pada proses ini citra akan dilakukan proses *erosi*. Setelah menginisialisasi citra dan melakukan konversi citra menjadi citra biner citra tersebut dilakukan proses *erosi* untuk mendapatkan citra yang akan digunakan untuk proses selanjutnya. Implementasi pada MATLAB dilakukan memanggil fungsi *erode* untuk *erosi*. Implementasi dalam MATLAB ditunjukkan pada Kode Sumber 4.1

1	<code>function erosi = erode(BW)</code>
2	<code>se = strel('disk',7);</code>
3	<code>erosi = imerode(BW,se);</code>
4	<code>End</code>

Kode Sumber 4. 1 Implementasi Morphology Erode

4.2.1.2 Morphology Close (*Closing*)

Citra yang sudah dilakukan proses memperkecil dan mengurangi citra akan menjadi masukan untuk proses Proses close ini digunakan untuk menutup lubang lubang pada citra, menggabungkan objek objek yang berdekatan dan secara umum menghaluskan batas dari objek besar tanpa mengubah area objek secara signifikan. Proses closing ini merupakan kombinasi dimana suatu citra dilakukan operasi *dilasi* dan dilanjutkan dengan *erosi*.

Hasil proses *close* ini akan digunakan sebagai masukan pada proses selanjutnya. Implementasi proses pada bagian ini dalam MATLAB menggunakan fungsi `close` untuk melakukan proses *morphology close* dan proses ini ditunjukkan pada Kode Sumber 4.2.

1	<code>function closing = close(BW_erode)</code>
2	<code>se = strel('disk',7);</code>
3	<code>closing =imclose(BW_erode,se);</code>
4	<code>End</code>

Kode Sumber 4. 2 Implementasi *Morphology Close*

4.2.1.3 Pendeteksian Tepi

Pada bagian ini akan dilakukan proses pendeteksian tepi. Citra masukan yang digunakan adalah hasil dari proses memperhalus suatu citra. Proses pendeteksian tepi ini menggunakan metode *canny*.

Citra masukan dari proses ini adalah citra hasil dari proses *morphology close*. Implementasi dari proses deteksi tepi pada citra ditunjukkan pada Kode Sumber 4.3. Proses ini menggunakan fungsi dari MATLAB yaitu *canny* untuk pendeteksian tepi citra.

1	<code>function BW_canny = canny(BW_close)</code>
2	<code>BW_canny = edge(BW_close, 'canny');</code>
3	<code>end</code>

Kode Sumber 4. 3 Implementasi Konversi Matriks Ke Citra Grayscale

4.2.2 Implementasi Pendeteksian dan Pengenalan Jalan

Pada bagian ini akan dijelaskan implementasi pendeteksian dan pengenalan jalan sebelum masuk ke proses pembentukan jalan pada citra. Pada subbab ini akan fokus menjelaskan dalam implementasi pengenalan garis untuk mendapatkan nilai titik-titik jalan yang akan digunakan dalam pembentukan jalan. Untuk pengenalan jalan pada citra ini menggunakan *transformasi hough*.

Citra masukan yang digunakan pada proses ini adalah citra hasil proses deteksi tepi *canny*. Proses utama pada pendeteksian jalan ini adalah pada penentuan puncak dari *transformasi hough* yang mana hasil dari proses itu dapat menentukan jalan pada citra.

Implementasi dari proses pendeteksian jalan dan penentuan titik ini menggunakan fungsi *linedetection* pada MATLAB yang berfungsi dalam melakukan menentukan garis dan titik. Langkah pertama adalah inisialisasi nilai variansi dari *Hough Transform Matriks*, *rho*, dan *teta* dengan menggunakan fungsi *hough*. Ketika telah didapatkan nilai dari masing-masing variabel. Selanjutnya menampilkan plotting dari *hough*. Implementasi ini ditunjukkan pada Kode Sumber 4.4

1	<code>[H,T,R] = hough(BW_canny);</code>
2	<code>imshow(H,[],'XData',T,'YData',R,...</code>
3	<code>'InitialMagnification','fit');</code>
4	<code>xlabel('\theta'), ylabel('\rho');</code>
5	<code>axis on, axis normal, hold on;</code>
6	<code>colormap('hot');</code>

Kode Sumber 4. 4 Implementasi Transformasi Hough

Implementasi pencarian puncak dari transformasi hough fungsi *houghpeaks* pada MATLAB. Langkah pertama adalah inisialisasi nilai variansi dari puncak, trenshold, dan banyak

puncak pada di proses sebelumnya. Ketika nilai puncak telah didapatkan, selanjutnya menampilkan plotting dari penentuan puncak. Implementasi ini ditunjukkan pada Kode Sumber 4.5

1	P = houghpeaks(H,5,'threshold',0.5*max(H(:)));
2	x = T(P(:,2)); y = R(P(:,1));
3	plot(x,y,'s','color','white');

Kode Sumber 4. 5 Implementasi Menentukan Puncak Transformasi Hough

Implementasi pengenalan dan titik jalan adalah fungsi `houghlines` pada MATLAB. Langkah pertama adalah inisialisasi variansi dari garis, panjang garis antara titik, dan panjang maksimum garis antara titik. Ketika nilai puncak telah didapatkan, selanjutnya menampilkan plotting dari titik dan garis pengenalan jalan. Implementasi ini ditunjukkan pada Kode Sumber 4.6

1	lines=houghlines(BW_canny,T,R,P,'FillGap',20 , 'MinLength',20);
2	figure, imshow(BW_close);
3	axis on, axis normal, hold on
4	max_len = 0;
5	for k = 1:length(lines)
6	xy = [lines(k).point1; lines(k).point2];
7	plot(xy(:,1),xy(:,2),'LineWidth',3,'Color',' blue')
8	plot(xy(1,1),xy(1,2),'x','LineWidth',2,'Colo r','yellow');
9	plot(xy(2,1),xy(2,2),'x','LineWidth',2,'Colo r','red');
10	len = norm(lines(k).point1-lines(k).point2);
11	if (len > max_len)
12	max_len = len;
13	xy_long = xy;
14	end

15	<code>end</code>
----	------------------

Kode Sumber 4. 6 Implementasi Pengenalan Garis dan Titik

4.2.3 Implementasi Pembentukan Jalan

Pada bagian ini akan dijelaskan implementasi pembentukan pada citra map sapporo. Setelah mendapatkan hasil dari pengenalan jalan. Didapatkanlah garis dan titik dari citra. Selanjutnya titik dan garis ini akan diproses agar dapat membentuk sebuah persegi untuk menentukan posisi jalan dengan membentuk sebuah persegi.

Pada proses ini garis yang telah didapatkan akan melakukan pengecekan terhadap citra, menentukan posisi deteksi garis terdekat ataupun yang bersebelahan dengan garis. Implementasi ini ditunjukkan pada Kode Sumber 4.7

1	<code>function</code>
	<code>line_result=accrossLineDetection(morphing,LineConstruct)</code>
2	<code>[rows, columns] = size(morphing);</code>
3	<code>figure,imshow(morphing);</code>
4	<code>axis on, axis normal, hold on</code>
5	<code>x1=LineConstruct(1,1);</code> <code>y1=LineConstruct(1,2);</code>
6	<code>x2=LineConstruct(2,1);</code> <code>y2=LineConstruct(2,2);</code>
7	<code> x3 = 0;</code>
8	<code> y3 = y1;</code>
9	<code> for i = x1+10:columns</code>
10	<code> if(morphing(y1,i)==1)</code>
11	<code> break</code>
12	<code> end</code>
13	<code> disp(i);</code>
14	<code> x3 = i;</code>
15	<code> end</code>
16	<code> slope = (y2 - y1)/ (x2 - x1);</code>

17	x4=0;
18	x5=400;
19	y4 = slope * (x4 - x3) + y3;
20	y5 = slope * (x5 - x3) + y3;
21	
22	plot([x1,x2],[y1,y2], 'LineWidth', 3, 'Color', 'blue');
23	plot([x4,x5],[y4,y5], 'LineWidth', 3, 'Color', 'blue');
24	plot([x3,x4],[y3,y4], 'LineWidth', 3, 'Color', 'blue');
25	
26	a =[x4,y4];
27	b =[x5,y5];
28	line_result =[a,b];
29	end

Kode Sumber 4. 7 Implementasi Pengecekan Garis terdekat

Setelah mendapatkan koordinat titik dan pembentukan persegi maka akan dilakukan proses masking untuk memperjelas letak jalanan pada citra. Metode masking yang digunakan adalah *roipoly*. Tahap yang dilakukan adalah koordinat titik dari pembentukan *roipoly*.. Implementasi proses *Roipoly* menggunakan fungsi *roipoly* ditunjukkan pada Kode Sumber 4.8.

1	function finalImage = masking(LineDetect, LineConstruct, morphing)
2	lineOne= reshape(LineConstruct, [2,2]);
3	lineOnevecX = [lineOne(1,1), lineOne(1,2)];
4	lineOnevecY = [lineOne(2,1), lineOne(2,2)];
5	LineDetectvecX= [LineDetect(1,1),LineDetect(2,1)];
6	LineDetectvecY= [LineDetect(1,2),LineDetect(2,2)];
7	maskOne=[lineOnevecX,LineDetectvecX];
8	maskTwo=[lineOnevecY,LineDetectvecY];
9	%masking

10	fixImage roipoly(morphing,maskOne,maskTwo);	=
11	finalImage = morphing;	
12	finalImage(fixImage) = 0;	
	End	

Kode Sumber 4. 8 Implementasi Pembentukan Jalan

BAB V

UJI COBA DAN EVALUASI

Pada bab ini akan dijelaskan uji coba yang telah dilakukan pada aplikasi yang telah dikerjakan serta analisa dari uji coba yang telah dilakukan. Pembahasan pengujian meliputi lingkungan uji

coba, skenario uji coba yang meliputi uji kebenaran uji kinerja serta analisa setiap pengujian.

5.1 Lingkungan Uji Coba

Lingkungan uji coba menjelaskan lingkungan yang digunakan untuk menguji implementasi pembuatan aplikasi pengenalan sidik jari pada Tugas Akhir ini. Lingkungan uji coba meliputi perangkat keras dan perangkat lunak yang dijelaskan sebagai berikut:

1. Perangkat keras
 - a. Prosesor: Intel® Core™ i3-3120QM CPU @ 2.50GHz
 - b. Memori(RAM): 4 GB
 - c. Tipe sistem: 64-bit sistem operasi
2. Perangkat lunak
 - a. Sistem operasi: Windows 10 Pro
 - b. Perangkat pengembang: MATLAB (R2008b)

5.2 Data Pengujian

Data masukan pada uji coba ini berupa gambar map sapporo dengan format data berupa .png, berjumlah total 50 citra map Sapporo. Citra yang telah diproses akan ditunjukkan pada Tabel A.1 sampai Tabel A.3 dan Tabel A.27 sampai Tabel A.50 di lampiran.

5.3 Skenario Uji Coba

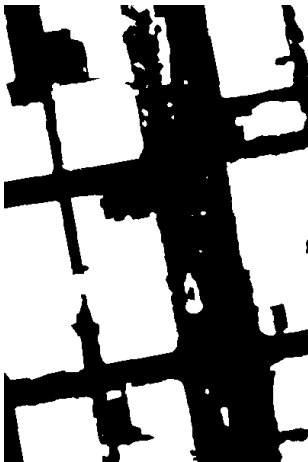
Skenario pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut.

1. Pengujian skenario 1. Berupa perbandingan hasil citra pra-pengolahan data dengan citra sebenarnya.

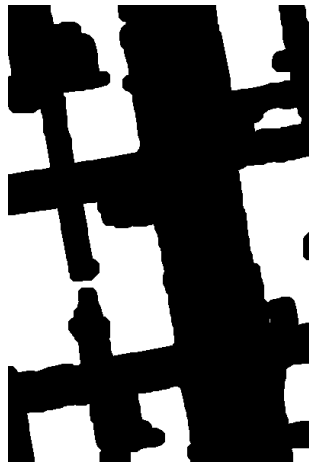
2. Pengujian skenario 2. Berupa menemukan titik koordinat yang akan menjadi pengenalan jalan pada citra.
3. Pengujian skenario 3. Berupa membentuk jalanan dengan membuat masking pada jalan yang telah dikenali.

5.3.1 Pengujian Skenario I dan Evaluasi

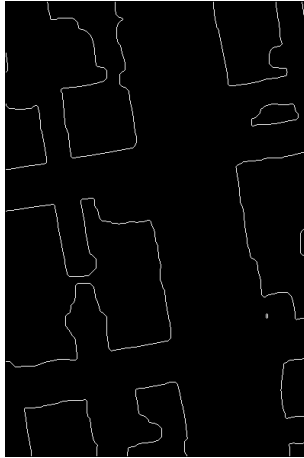
Pada pengujian skenario 1 ini akan dilakukan proses perbandingan hasil citra pra-pengolahan dengan citra masukan sebenarnya. Pra-pengolahan yang diterapkan adalah *morphology erode dan close*. Untuk hasil uji coba dapat terlampir pada tabel A.1 sampai dengan tabel A.18. Sebagai pembanding, hasil pra-pengolahan dan citra masukan dapat dilihat pada gambar 5.1.



a. Citra masukan



b. Citra morphology *erode & close*



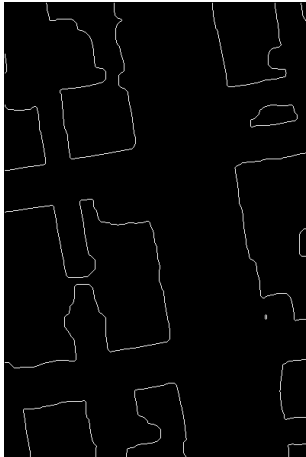
c. Citra deteksi *tepi canny*

Gambar 5. 1 Citra Pra Pengolahan

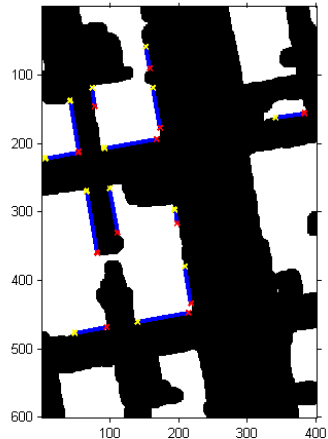
Dari gambar diatas terlihat perbedaan antara gambar masukan dan setelah dilakukan pra-pengolahan. Namun dari pra-pengolahan *morphology erode dan close* tidak terlalu terlihat perbedaan. Apabila diperhatikan lebih teliti hasil dari morphology close lebih halus dan kemudian untuk melakukan proses selanjutnya dibutuhkan deteksi tepi *canny*.

5.3.2 Pengujian Skenario 2 dan Evaluasi

Pada pengujian skenario 2 ini akan dilakukan uji coba untuk mengetahui bagaimana hasil dari pendeteksian titik dan pendeteksian garis untuk pengenalan jalan dengan menggunakan transformasi hough. Gambar yang akan dijadikan data uji adalah Gambar 5.5 Untuk hasil uji coba terlampir pada tabel A.19 sampai dengan tabel A.43.



a. Citra deteksi tepi canny



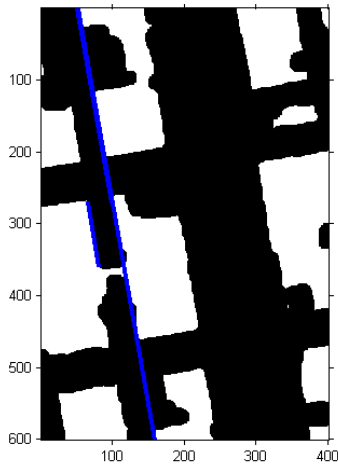
b. Citra pendeteksian dan pengenalan jalan

Gambar 5. 2 Hasil Pendeteksian dan pengenalan jalan

Hasil pendeteksian dengan *transformasi hough* ini menampilkan pendeteksian garis lurus pada citra yang didapatkan dari gambar a. Metode ini cukup baik dalam pengenalan garis, namun dalam pengenalan garis tidak dapat mengenali garis yang melengkung. Namun garis yang didapatkan sudah mencukupi dalam pembentukan jalan.

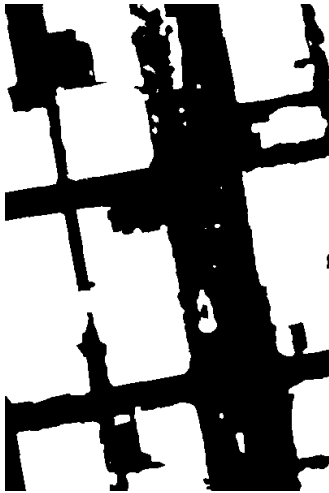
5.3.3 Pengujian Skenario 3 dan Evaluasi

Pada pengujian skenario 3 ini akan dilakukan uji coba untuk pembentukan jalan dengan melakukan pengecekan dengan batas jalan terdekat. Gambar yang akan dijadikan data uji adalah Gambar 5.3. Untuk hasil uji coba terlampir pada tabel A.14 sampai dengan tabel A.52.

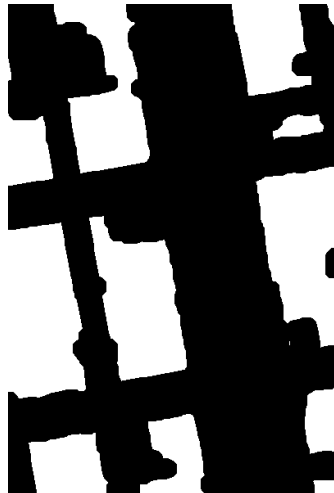


Gambar 5. 3 Pengecekan dengan batas jalan terdekat

Pada gambar 5.6 dapat dilihat dilakukan pengecekan terhadap tepi jalan terdekat dengan pendeteksian sebelumnya. Hasil pengecekan ini sudah cukup untuk membantu pembentukan jalan.



a. Citra awal masukan



b. Citra hasil rekonstruksi

Gambar 5. 4 Perbandingan Citra dengan awal dengan hasil rekonstruksi

Pembentukan persegi merupakan proses yang akan menentukan dan membentuk jalan. Sehingga dapat mempermudah membandingkan dan menghaluskan citra dengan memasking persegi yang didapat.


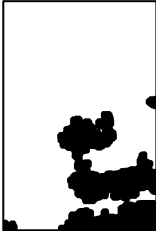




Nilai yang akan dihitung pada uji coba ini adalah nilai rata-rata waktu yang dibutuhkan setiap citra map sapporo dalam proses rekonstruksi dalam satuan detik. Formula yang digunakan untuk mendapatkan rata-rata waktu yang dibutuhkan adalah pada Persamaan 5.1.

$$\text{rata - rata waktu} = \frac{\sum \text{waktu proses setiap citra}}{\text{total citra}} \quad (5.1)$$







Waktu yang dibutuhkan untuk melakukan proses dari pra-pengolahan sampai dengan pembentukan jalan membutuhkan waktu 0,7468 detik. Untuk hasil pra-pengolahan dan pembentukan jalan dapat dilihat pada LAMPIRAN A.

LAMPIRAN A


Tabel A. 1 Hasil Uji Coba Citra Masukan dan Citra Hasil Pra Pengolahan (Bagian Pertama)

Citra masukan	Citra Pra Pengolahan
<p>'sapporo_rg_01.png'</p> 	<p>'sapporo_rg_01.png'</p> 
<p>'sapporo_rg_02.png'</p> 	<p>'sapporo_rg_02.png'</p> 
<p>'sapporo_rg_03.png'</p> 	<p>'sapporo_rg_03.png'</p> 

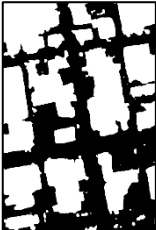

Tabel A. 2 Hasil Uji Coba Citra Masukan dan Citra Hasil Pra Pengolahan (Bagian Kedua)

Citra masukan	Citra Pra Pengolahan
<p>'sapporo_rg_04.png'</p> 	<p>'sapporo_rg_04.png'</p> 
<p>'sapporo_rg_05.png'</p> 	<p>'sapporo_rg_05.png'</p> 
<p>'sapporo_rg_06.png'</p> 	<p>'sapporo_rg_06.png'</p> 







Tabel A. 3 Hasil Uji Coba Citra Masukan dan Citra Hasil Pra Pengolahan (Bagian Ketiga)

Citra masukan	Citra Pra Pengolahan
<p data-bbox="296 322 543 354">'sapporo_rg_07.png'</p> 	<p data-bbox="644 322 890 354">'sapporo_rg_07.png'</p> 
<p data-bbox="296 625 543 657">'sapporo_rg_08.png'</p> 	<p data-bbox="644 625 890 657">'sapporo_rg_08.png'</p> 
<p data-bbox="296 928 543 960">'sapporo_rg_09.png'</p> 	<p data-bbox="644 928 890 960">'sapporo_rg_09.png'</p> 







Tabel A. 4 Hasil Uji Coba Citra Masukan dan Citra Hasil Pra Pengolahan (Bagian Keempat)

Citra masukan	Citra Pra Pengolahan
<p>'sapporo_rg_10.png'</p> 	<p>'sapporo_rg_10.png'</p> 
<p>'sapporo_rg_11.png'</p> 	<p>'sapporo_rg_11.png'</p> 
<p>'sapporo_rg_12.png'</p> 	<p>'sapporo_rg_12.png'</p> 






Tabel A. 5 Hasil Uji Coba Citra Masukan dan Citra Hasil Pra Pengolahan (Bagian Kelima)

Citra masukan	Citra Pra Pengolahan
<p data-bbox="300 323 542 352">'sapporo_rg_13.png'</p> 	<p data-bbox="650 323 892 352">'sapporo_rg_13.png'</p> 
<p data-bbox="300 627 542 655">'sapporo_rg_14.png'</p> 	<p data-bbox="650 627 892 655">'sapporo_rg_14.png'</p> 
<p data-bbox="300 930 542 959">'sapporo_rg_15.png'</p> 	<p data-bbox="650 930 892 959">'sapporo_rg_15.png'</p> 




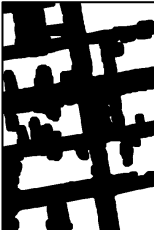


Tabel A. 6 Hasil Uji Coba Citra Masukan dan Citra Hasil Pra Pengolahan (Bagian Keenam)

Citra masukan	Citra Pra Pengolahan
<p>'sapporo_rg_16.png'</p> 	<p>'sapporo_rg_16.png'</p> 
<p>'sapporo_rg_17.png'</p> 	<p>'sapporo_rg_17.png'</p> 
<p>'sapporo_rg_18.png'</p> 	<p>'sapporo_rg_18.png'</p> 


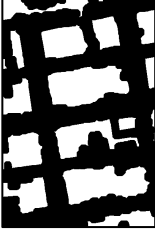

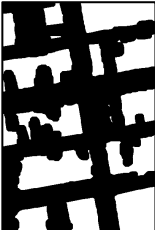


Tabel A. 7 Hasil Uji Coba Citra Masukan dan Citra Hasil Pra Pengolahan (Bagian Ketujuh)

Citra masukan	Citra Pra Pengolahan
<p data-bbox="300 323 542 352">'sapporo_rg_19.png'</p> 	<p data-bbox="650 323 892 352">'sapporo_rg_19.png'</p> 
<p data-bbox="300 627 542 655">'sapporo_rg_20.png'</p> 	<p data-bbox="650 627 892 655">'sapporo_rg_20.png'</p> 
<p data-bbox="300 930 542 959">'sapporo_rg_21.png'</p> 	<p data-bbox="650 930 892 959">'sapporo_rg_21.png'</p> 


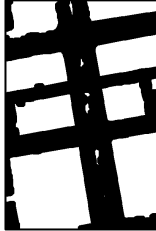
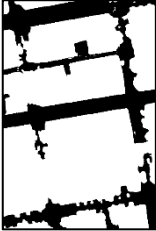
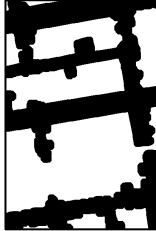
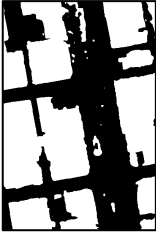

Tabel A. 8 Hasil Uji Coba Citra Masukan dan Citra Hasil Pra Pengolahan (Bagian Kedelapan)

Citra masukan	Citra Pra Pengolahan
<p>'sapporo_rg_22.png'</p> 	<p>'sapporo_rg_22.png'</p> 
<p>'sapporo_rg_23.png'</p> 	<p>'sapporo_rg_23.png'</p> 
<p>'sapporo_rg_24.png'</p> 	<p>'sapporo_rg_24.png'</p> 


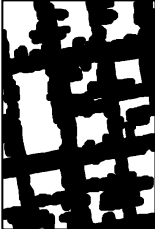




Tabel A. 9 Hasil Uji Coba Citra Masukan dan Citra Hasil Pra Pengolahan (Bagian Kesembilan)

Citra masukan	Citra Pra Pengolahan
<p data-bbox="300 323 542 352">'sapporo_rg_22.png'</p> 	<p data-bbox="650 323 892 352">'sapporo_rg_22.png'</p> 
<p data-bbox="300 627 542 655">'sapporo_rg_23.png'</p> 	<p data-bbox="650 627 892 655">'sapporo_rg_23.png'</p> 
<p data-bbox="300 930 542 959">'sapporo_rg_24.png'</p> 	<p data-bbox="650 930 892 959">'sapporo_rg_24.png'</p> 







Tabel A. 10 Hasil Uji Coba Citra Masukan dan Citra Hasil Pra Pengolahan (Bagian Kesepuluh)

Citra masukan	Citra Pra Pengolahan
<p data-bbox="262 320 501 352">'sapporo_rg_25.png'</p> 	<p data-bbox="609 320 848 352">'sapporo_rg_25.png'</p> 
<p data-bbox="262 627 501 659">'sapporo_rg_26.png'</p> 	<p data-bbox="609 627 848 659">'sapporo_rg_26.png'</p> 
<p data-bbox="262 933 501 965">'sapporo_rg_27.png'</p> 	<p data-bbox="609 933 848 965">'sapporo_rg_27.png'</p> 


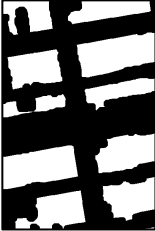

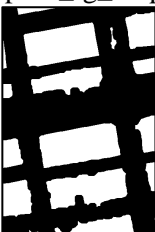

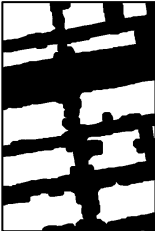
Tabel A. 11 Hasil Uji Coba Citra Masukan dan Citra Hasil Pra Pengolahan (Bagian Kessebelas)

Citra masukan	Citra Pra Pengolahan
<p>'sapporo_rg_28.png'</p> 	<p>'sapporo_rg_28.png'</p> 
<p>'sapporo_rg_29.png'</p> 	<p>'sapporo_rg_29.png'</p> 
<p>'sapporo_rg_30.png'</p> 	<p>'sapporo_rg_30.png'</p> 







Tabel A. 12 Hasil Uji Coba Citra Masukan dan Citra Hasil Pra Pengolahan (Bagian Kedua Belas)

Citra masukan	Citra Pra Pengolahan
<p data-bbox="262 323 501 352">'sapporo_rg_31.png'</p> 	<p data-bbox="609 323 848 352">'sapporo_rg_31.png'</p> 
<p data-bbox="262 630 501 659">'sapporo_rg_32.png'</p> 	<p data-bbox="609 630 848 659">'sapporo_rg_32.png'</p> 
<p data-bbox="262 936 501 965">'sapporo_rg_33.png'</p> 	<p data-bbox="609 936 848 965">'sapporo_rg_33.png'</p> 






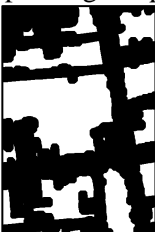
Tabel A. 13 Hasil Uji Coba Citra Masukan dan Citra Hasil Pra Pengolahan (Bagian Ketiga Belas)

Citra masukan	Citra Pra Pengolahan
<p>'sapporo_rg_34.png'</p> 	<p>'sapporo_rg_34.png'</p> 
<p>'sapporo_rg_35.png'</p> 	<p>'sapporo_rg_35.png'</p> 
<p>'sapporo_rg_36.png'</p> 	<p>'sapporo_rg_36.png'</p> 

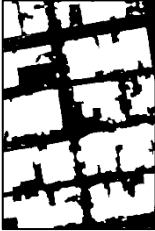
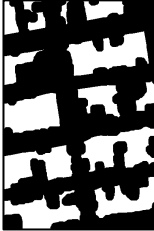



Tabel A. 14 Hasil Uji Coba Citra Masukan dan Citra Hasil Pra Pengolahan (Bagian Keempat Belas)

Citra masukan	Citra Pra Pengolahan
<p data-bbox="262 323 501 352">'sapporo_rg_37.png'</p> 	<p data-bbox="609 323 848 352">'sapporo_rg_37.png'</p> 
<p data-bbox="262 628 501 657">'sapporo_rg_38.png'</p> 	<p data-bbox="609 628 848 657">'sapporo_rg_38.png'</p> 
<p data-bbox="262 933 501 962">'sapporo_rg_39.png'</p> 	<p data-bbox="609 933 848 962">'sapporo_rg_39.png'</p> 







Tabel A. 15 Hasil Uji Coba Citra Masukan dan Citra Hasil Pra Pengolahan (Bagian Kelima Belas)

Citra masukan	Citra Pra Pengolahan
<p>'sapporo_rg_40.png'</p> 	<p>'sapporo_rg_40.png'</p> 
<p>'sapporo_rg_41.png'</p> 	<p>'sapporo_rg_41.png'</p> 
<p>'sapporo_rg_42.png'</p> 	<p>'sapporo_rg_42.png'</p> 

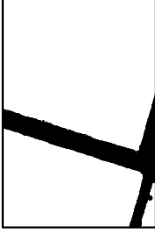
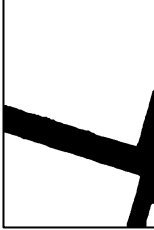


Tabel A. 16 Hasil Uji Coba Citra Masukan dan Citra Hasil Pra Pengolahan (Bagian Keenam Belas)

Citra masukan	Citra Pra Pengolahan
<p data-bbox="262 323 501 352">'sapporo_rg_43.png'</p> 	<p data-bbox="609 323 848 352">'sapporo_rg_43.png'</p> 
<p data-bbox="262 632 501 660">'sapporo_rg_44.png'</p> 	<p data-bbox="609 632 848 660">'sapporo_rg_44.png'</p> 
<p data-bbox="262 940 501 968">'sapporo_rg_45.png'</p> 	<p data-bbox="609 940 848 968">'sapporo_rg_45.png'</p> 

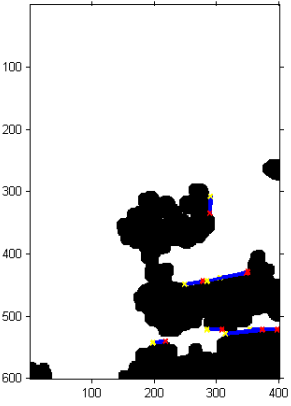
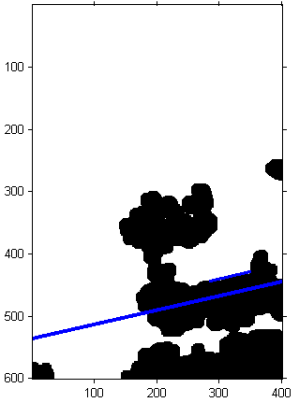
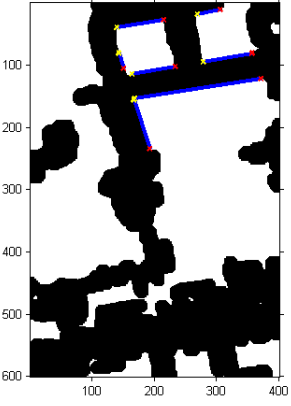
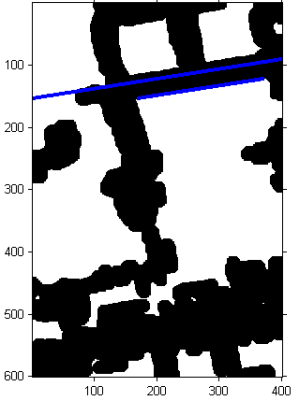
Tabel A. 17 Hasil Uji Coba Citra Masukan dan Citra Hasil Pra Pengolahan (Bagian Ketujuh Belas)

Citra masukan	Citra Pra Pengolahan
<p>'sapporo_rg_46.png'</p> 	<p>'sapporo_rg_46.png'</p> 
<p>'sapporo_rg_47.png'</p> 	<p>'sapporo_rg_47.png'</p> 
<p>'sapporo_rg_48.png'</p> 	<p>'sapporo_rg_48.png'</p> 

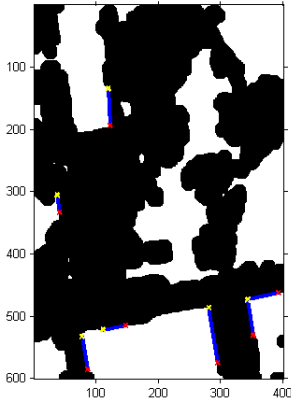
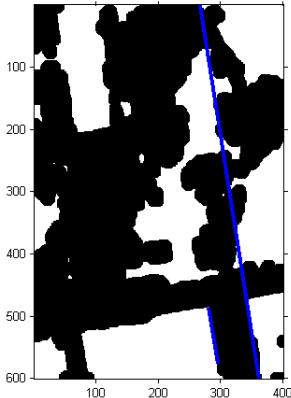
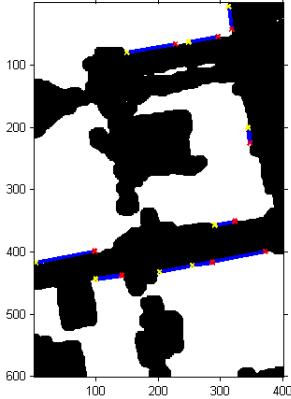
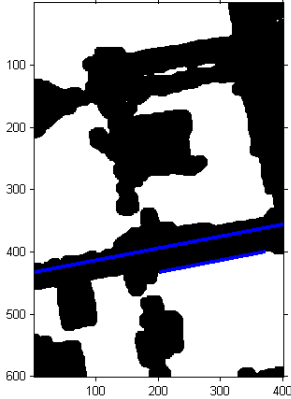
Tabel A. 18 Hasil Uji Coba Citra Masukan dan Citra Hasil Pra Pengolahan (Bagian Kedelapan Belas)

Citra masukan	Citra Pra Pengolahan
<p data-bbox="262 323 501 352">'sapporo_rg_49.png'</p> 	<p data-bbox="609 323 848 352">'sapporo_rg_49.png'</p> 
<p data-bbox="262 632 501 660">'sapporo_rg_50.png'</p> 	<p data-bbox="609 632 848 660">'sapporo_rg_50.png'</p> 

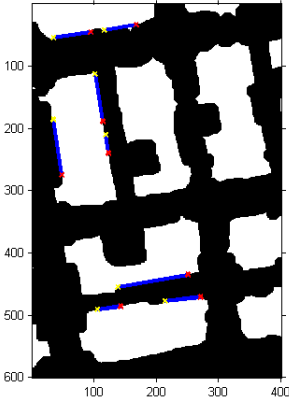
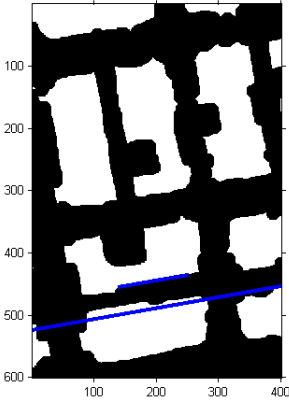
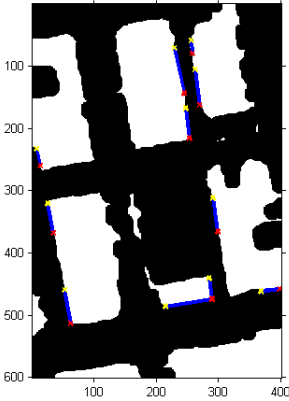
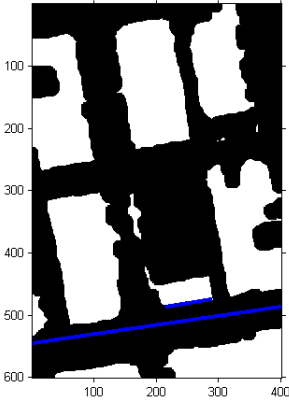
Tabel A. 19 Hasil Uji Coba Citra Pengenalan Jalan dan Citra Pembentukan Jalan (Bagian Pertama)

Citra Pengenalan Jalan	Citra Pembentukan Jalan
<p>‘sapporo_rg_01.png’</p>  <p>This image shows a binary representation of a road scene. The road is represented by a series of connected black pixels forming a path. The path starts from the bottom left, goes up, then right, then up again, and finally right towards the top right. The background is white. The image is labeled 'sapporo_rg_01.png'.</p>	<p>‘sapporo_rg_01.png’</p>  <p>This image shows the same road scene as the recognition image, but with a blue line overlaid. The blue line represents the detected road path. It starts from the bottom left, goes up, then right, then up again, and finally right towards the top right. The image is labeled 'sapporo_rg_01.png'.</p>
<p>‘sapporo_rg_02.png’</p>  <p>This image shows a binary representation of a road scene. The road is represented by a series of connected black pixels forming a path. The path starts from the bottom left, goes up, then right, then up again, and finally right towards the top right. The background is white. The image is labeled 'sapporo_rg_02.png'.</p>	<p>‘sapporo_rg_02.png’</p>  <p>This image shows the same road scene as the recognition image, but with a blue line overlaid. The blue line represents the detected road path. It starts from the bottom left, goes up, then right, then up again, and finally right towards the top right. The image is labeled 'sapporo_rg_02.png'.</p>

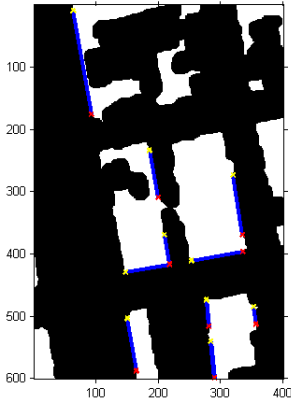
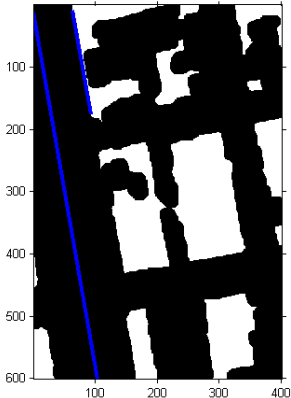
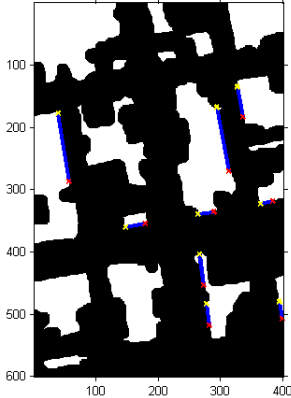
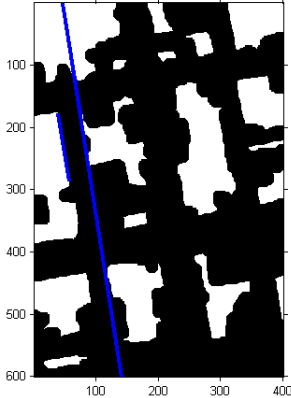
Tabel A. 20 Hasil Uji Coba Citra Pengenalan Jalan dan Citra Pembentukan Jalan
Pembentukan (Bagian Kedua)

Citra Pengenalan Jalan	Citra Pembentukan Jalan
<p>‘sapporo_rg_03.png’</p> 	<p>‘sapporo_rg_03.png’</p> 
<p>‘sapporo_rg_04.png’</p> 	<p>‘sapporo_rg_04.png’</p> 

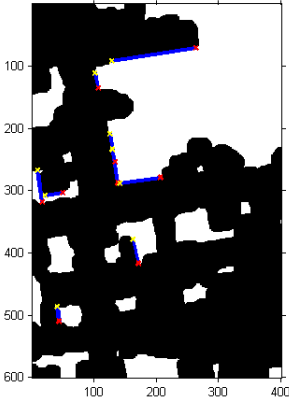
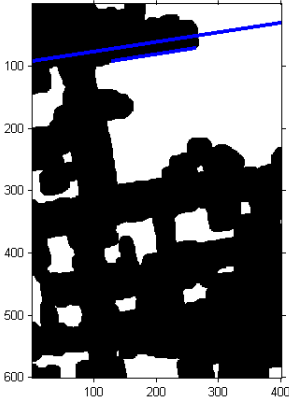
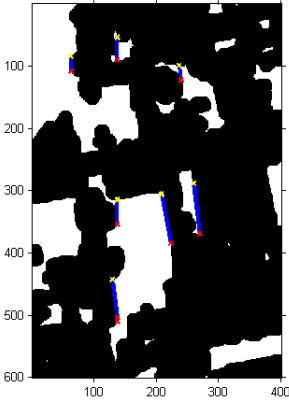
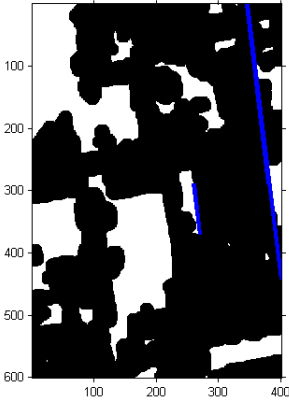
Tabel A. 21 Hasil Uji Coba Citra Pengenalan Jalan dan Citra Pembentukan Jalan (Bagian Ketiga)

Citra Pengenalan Jalan	Citra Pembentukan Jalan
<p>‘sapporo_rg_05.png’</p>  <p>This image shows a road network with several segments highlighted in blue. Red and yellow dots are placed along these segments, likely representing detected features or points of interest. The background is black, and the road segments are white.</p>	<p>‘sapporo_rg_05.png’</p>  <p>This image shows the same road network as the recognition image, but with a single, continuous blue line segment highlighted, representing the formation of a specific road.</p>
<p>‘sapporo_rg_06.png’</p>  <p>This image shows a road network with several segments highlighted in blue. Red and yellow dots are placed along these segments, likely representing detected features or points of interest. The background is black, and the road segments are white.</p>	<p>‘sapporo_rg_06.png’</p>  <p>This image shows the same road network as the recognition image, but with a single, continuous blue line segment highlighted, representing the formation of a specific road.</p>

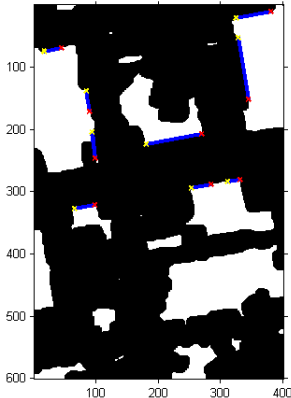
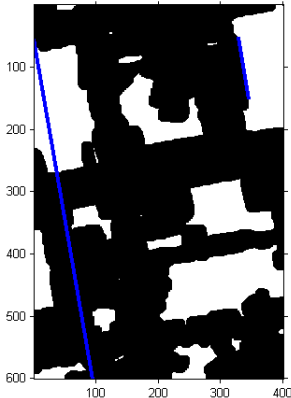
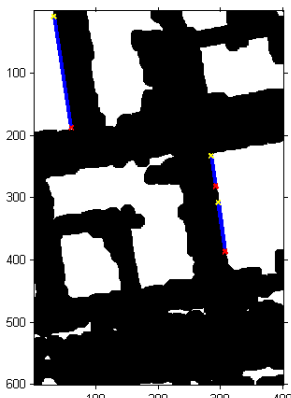
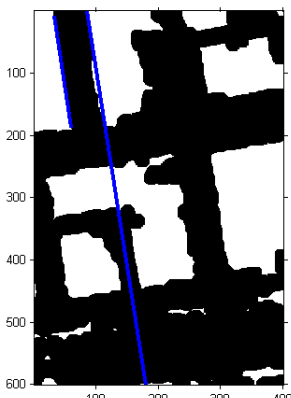
Tabel A. 22 Hasil Uji Coba Citra Pengenalan Jalan dan Citra Pembentukan Jalan
Pembentukan (Bagian Keempat)

Citra Pengenalan Jalan	Citra Pembentukan Jalan
<p>‘sapporo_rg_07.png’</p> 	<p>‘sapporo_rg_07.png’</p> 
<p>‘sapporo_rg_08.png’</p> 	<p>‘sapporo_rg_08.png’</p> 

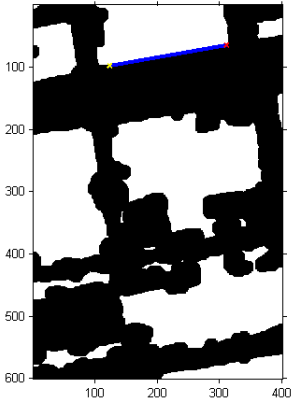
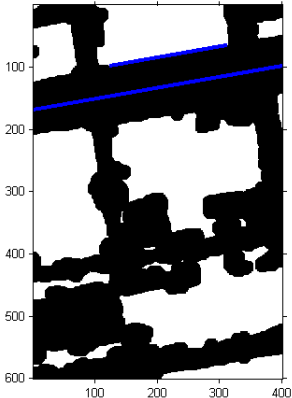
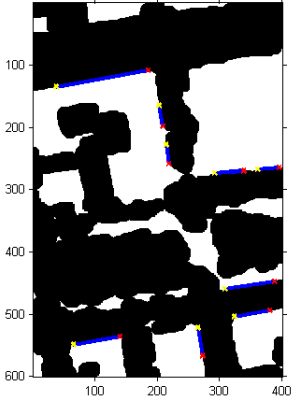
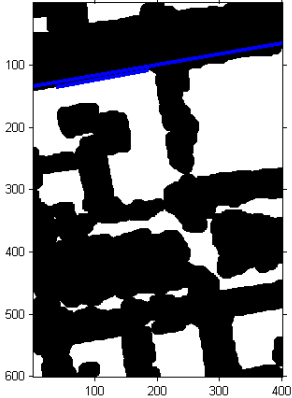
Tabel A. 23 Hasil Uji Coba Citra Pengenalan Jalan dan Citra Pembentukan Jalan (Bagian Kelima)

Citra Pengenalan Jalan	Citra Pembentukan Jalan
<p>‘sapporo_rg_09.png’</p>  <p>This image shows a road recognition result for 'sapporo_rg_09.png'. It features a black and white binary image of a road scene. A blue line traces the path of the road, starting from the top right and moving towards the bottom left. The line is composed of several segments, with some segments being thicker than others. The background is black, and the road is white.</p>	<p>‘sapporo_rg_09.png’</p>  <p>This image shows a road formation result for 'sapporo_rg_09.png'. It features a black and white binary image of a road scene. A blue line traces the path of the road, starting from the top right and moving towards the bottom left. The line is composed of several segments, with some segments being thicker than others. The background is black, and the road is white.</p>
<p>‘sapporo_rg_10.png’</p>  <p>This image shows a road recognition result for 'sapporo_rg_10.png'. It features a black and white binary image of a road scene. A blue line traces the path of the road, starting from the top right and moving towards the bottom left. The line is composed of several segments, with some segments being thicker than others. The background is black, and the road is white.</p>	<p>‘sapporo_rg_10.png’</p>  <p>This image shows a road formation result for 'sapporo_rg_10.png'. It features a black and white binary image of a road scene. A blue line traces the path of the road, starting from the top right and moving towards the bottom left. The line is composed of several segments, with some segments being thicker than others. The background is black, and the road is white.</p>

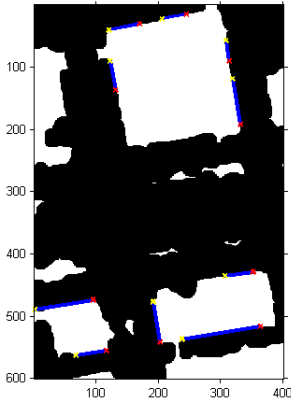
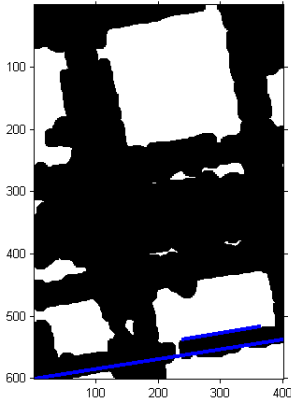
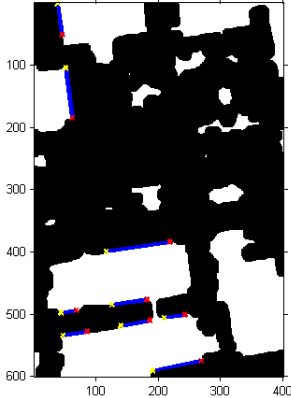
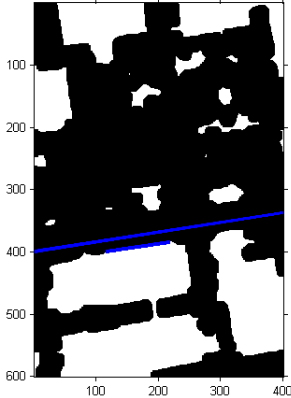
Tabel A. 24 Hasil Uji Coba Citra Pengenalan Jalan dan Citra Pembentukan Jalan (Bagian Keenam)

Citra Pengenalan Jalan	Citra Pembentukan Jalan
<p>‘sapporo_rg_11.png’</p>  A binary image of a road scene. The image is mostly black with white areas representing the road. A blue line segment is drawn across the image, starting from the top left and extending towards the bottom right. A red line segment is also visible, following a similar path but slightly offset from the blue one. The image is labeled 'sapporo_rg_11.png'.	<p>‘sapporo_rg_11.png’</p>  A binary image of a road scene, similar to the one in the first column. It shows a road with a blue line segment drawn across it. The image is labeled 'sapporo_rg_11.png'.
<p>‘sapporo_rg_12.png’</p>  A binary image of a road scene. The image is mostly black with white areas representing the road. A blue line segment is drawn across the image, starting from the top left and extending towards the bottom right. A red line segment is also visible, following a similar path but slightly offset from the blue one. The image is labeled 'sapporo_rg_12.png'.	<p>‘sapporo_rg_12.png’</p>  A binary image of a road scene, similar to the one in the first column. It shows a road with a blue line segment drawn across it. The image is labeled 'sapporo_rg_12.png'.

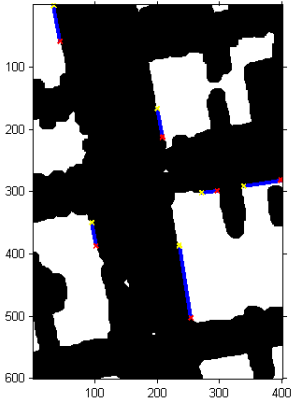
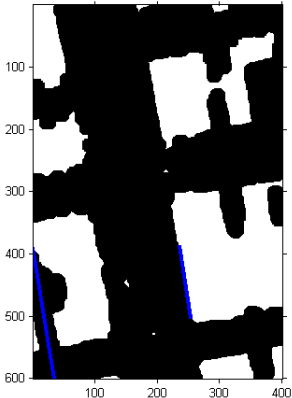
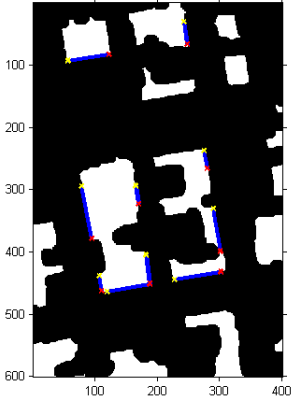
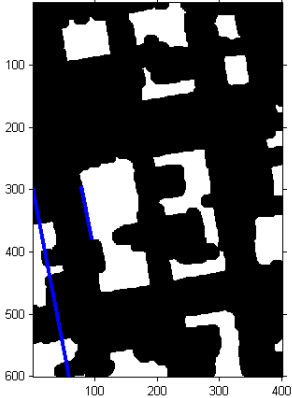
Tabel A. 25 Hasil Uji Coba Citra Pengenalan Jalan dan Citra Pembentukan Jalan (Bagian Ketujuh)

Citra Pengenalan Jalan	Citra Pembentukan Jalan
<p>‘sapporo_rg_13.png’</p>  <p>This image shows the output of a road detection algorithm on the 'sapporo_rg_13.png' input. The background is black, representing non-road areas. White areas represent detected road segments. A prominent horizontal road segment is visible near the top. A blue line is overlaid on this segment, indicating a specific path or boundary. The y-axis is labeled from 100 to 600, and the x-axis is labeled from 100 to 400.</p>	<p>‘sapporo_rg_13.png’</p>  <p>This image shows the output of a road formation algorithm on the 'sapporo_rg_13.png' input. The background is black, representing non-road areas. White areas represent detected road segments. A prominent horizontal road segment is visible near the top. A blue line is overlaid on this segment, indicating a specific path or boundary. The y-axis is labeled from 100 to 600, and the x-axis is labeled from 100 to 400.</p>
<p>‘sapporo_rg_14.png’</p>  <p>This image shows the output of a road detection algorithm on the 'sapporo_rg_14.png' input. The background is black, representing non-road areas. White areas represent detected road segments. Multiple road segments are visible, including a horizontal one at the top and several vertical ones. Blue lines are overlaid on these segments, indicating specific paths or boundaries. The y-axis is labeled from 100 to 600, and the x-axis is labeled from 100 to 400.</p>	<p>‘sapporo_rg_14.png’</p>  <p>This image shows the output of a road formation algorithm on the 'sapporo_rg_14.png' input. The background is black, representing non-road areas. White areas represent detected road segments. Multiple road segments are visible, including a horizontal one at the top and several vertical ones. Blue lines are overlaid on these segments, indicating specific paths or boundaries. The y-axis is labeled from 100 to 600, and the x-axis is labeled from 100 to 400.</p>

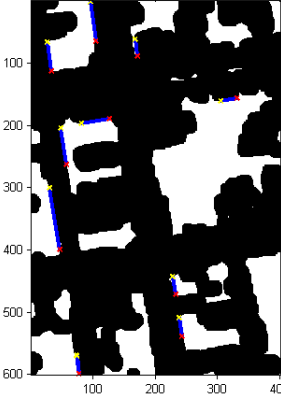
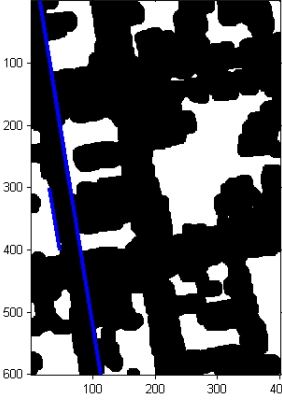
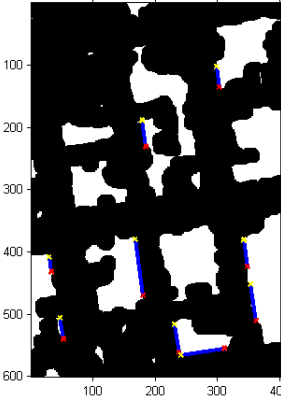
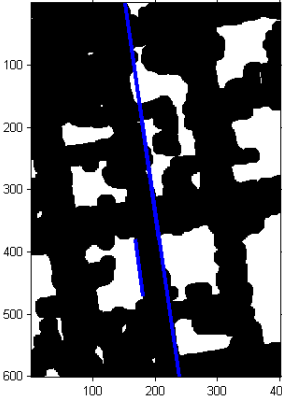
Tabel A. 26 Hasil Uji Coba Citra Pengenalan Jalan dan Citra Pembentukan Jalan
(Bagian Kedelapan)

Citra Pengenalan Jalan	Citra Pembentukan Jalan
<p>‘sapporo_rg_15.png’</p>  <p>This image shows a road network with several segments highlighted by blue and red lines. The background is black, and the road segments are white. The axes are labeled from 0 to 400 on the x-axis and 0 to 600 on the y-axis.</p>	<p>‘sapporo_rg_15.png’</p>  <p>This image shows the same road network as the recognition image, but with the road segments highlighted by blue lines. The background is black, and the road segments are white. The axes are labeled from 0 to 400 on the x-axis and 0 to 600 on the y-axis.</p>
<p>‘sapporo_rg_16.png’</p>  <p>This image shows a road network with several segments highlighted by blue and red lines. The background is black, and the road segments are white. The axes are labeled from 0 to 400 on the x-axis and 0 to 600 on the y-axis.</p>	<p>‘sapporo_rg_16.png’</p>  <p>This image shows the same road network as the recognition image, but with the road segments highlighted by blue lines. The background is black, and the road segments are white. The axes are labeled from 0 to 400 on the x-axis and 0 to 600 on the y-axis.</p>

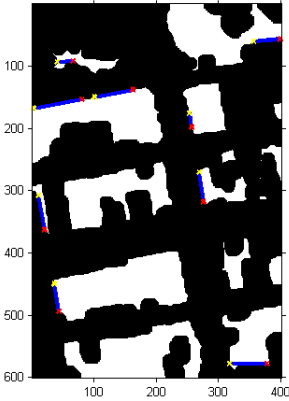
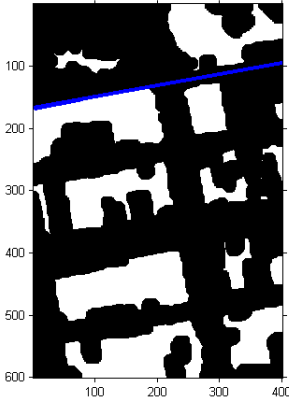
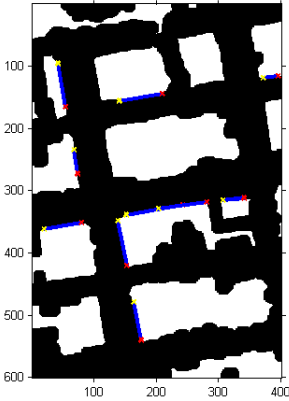
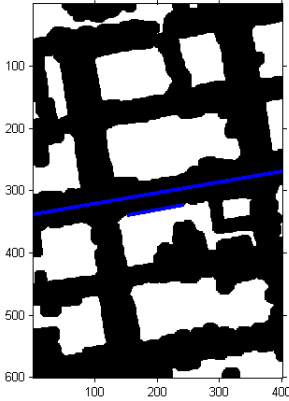
Tabel A. 27 Hasil Uji Coba Citra Pengenalan Jalan dan Citra Pembentukan Jalan (Bagian Kesembilan)

Citra Pengenalan Jalan	Citra Pembentukan Jalan
<p>‘sapporo_rg_17.png’</p>  <p>This image shows a road network with several segments highlighted in blue, red, and yellow. The axes are labeled from 100 to 600 on the y-axis and 100 to 400 on the x-axis.</p>	<p>‘sapporo_rg_17.png’</p>  <p>This image shows the same road network as the recognition image, but with only the blue segments highlighted. The axes are labeled from 100 to 600 on the y-axis and 100 to 400 on the x-axis.</p>
<p>‘sapporo_rg_18.png’</p>  <p>This image shows a road network with several segments highlighted in blue, red, and yellow. The axes are labeled from 100 to 600 on the y-axis and 100 to 400 on the x-axis.</p>	<p>‘sapporo_rg_18.png’</p>  <p>This image shows the same road network as the recognition image, but with only the blue segments highlighted. The axes are labeled from 100 to 600 on the y-axis and 100 to 400 on the x-axis.</p>

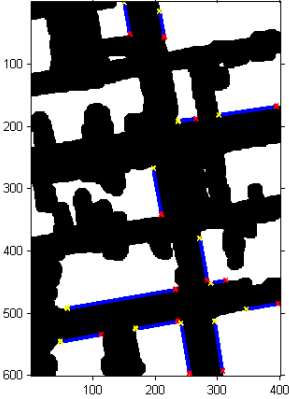
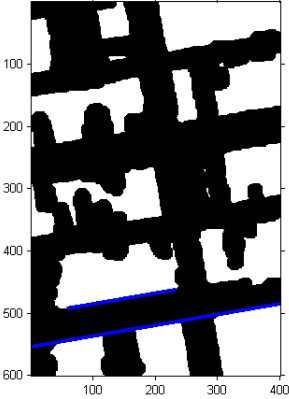
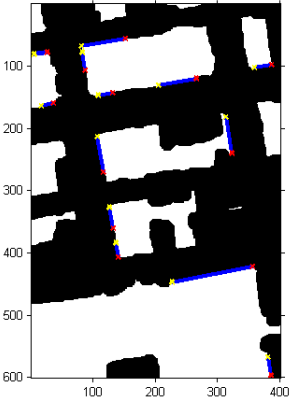
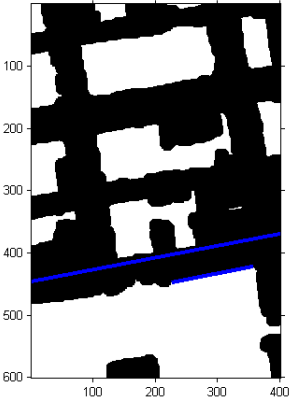
Tabel A. 28 Hasil Uji Coba Citra Pengenalan Jalan dan Citra Pembentukan Jalan (Bagian Kesepuluh)

Citra Pengenalan Jalan	Citra Pembentukan Jalan
<p>‘sapporo_rg_19.png’</p>  <p>This image shows a binary representation of a road scene. A blue line traces a path through the white areas, which represent the road. Yellow dots are placed at various points along this path. The background is black, representing non-road areas. The image has a coordinate system with the y-axis on the left (0 to 600) and the x-axis at the bottom (0 to 400).</p>	<p>‘sapporo_rg_19.png’</p>  <p>This image shows a binary representation of the same road scene. A solid blue line traces the path of the road. The background is black. The image has a coordinate system with the y-axis on the left (0 to 600) and the x-axis at the bottom (0 to 400).</p>
<p>‘sapporo_rg_20.png’</p>  <p>This image shows a binary representation of a road scene. A blue line traces a path through the white areas, which represent the road. Yellow dots are placed at various points along this path. The background is black, representing non-road areas. The image has a coordinate system with the y-axis on the left (0 to 600) and the x-axis at the bottom (0 to 400).</p>	<p>‘sapporo_rg_20.png’</p>  <p>This image shows a binary representation of the same road scene. A solid blue line traces the path of the road. The background is black. The image has a coordinate system with the y-axis on the left (0 to 600) and the x-axis at the bottom (0 to 400).</p>

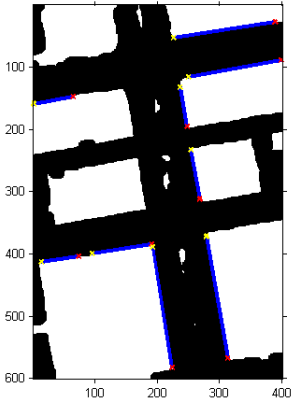
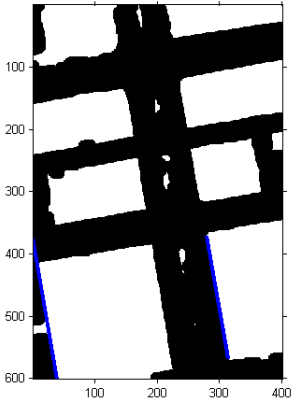
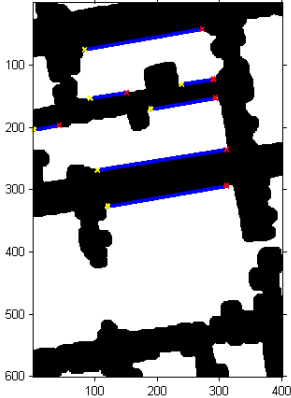
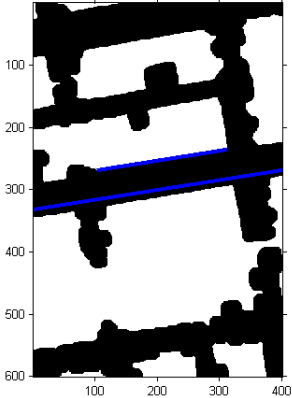
Tabel A. 29 Hasil Uji Coba Citra Pengenalan Jalan dan Citra Pembentukan Jalan (Bagian Kesebelas)

Citra Pengenalan Jalan	Citra Pembentukan Jalan
<p>‘sapporo_rg_21.png’</p>  <p>This image shows a binary representation of a road network. The background is black, and the road segments are white. Several road segments are highlighted with blue lines and small yellow and red markers at their endpoints, indicating the detected or recognized road structure.</p>	<p>‘sapporo_rg_21.png’</p>  <p>This image shows the same binary road network as the recognition image. It highlights a single, continuous road segment with a thick blue line, representing the result of a road formation or extraction process.</p>
<p>‘sapporo_rg_22.png’</p>  <p>This image shows a binary representation of a road network. The background is black, and the road segments are white. Several road segments are highlighted with blue lines and small yellow and red markers at their endpoints, indicating the detected or recognized road structure.</p>	<p>‘sapporo_rg_22.png’</p>  <p>This image shows the same binary road network as the recognition image. It highlights a single, continuous road segment with a thick blue line, representing the result of a road formation or extraction process.</p>

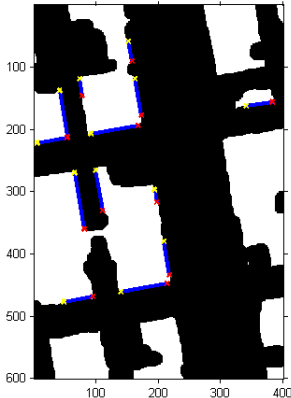
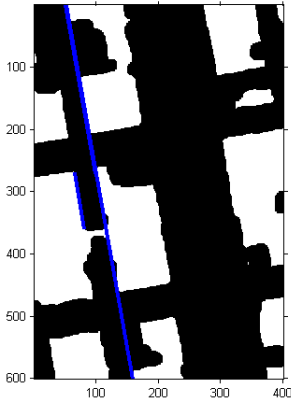
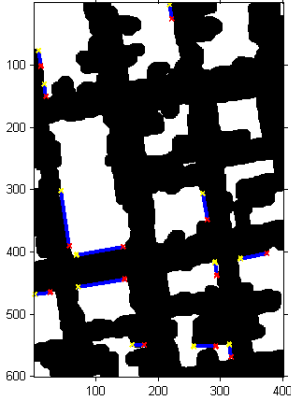
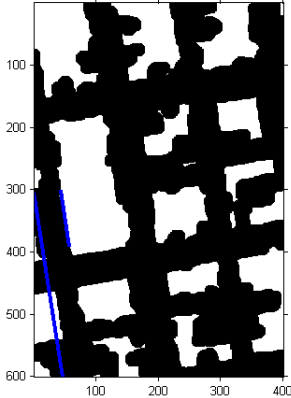
Tabel A. 30 Hasil Uji Coba Citra Pengenalan Jalan dan Citra Pembentukan Jalan
Pembentukan (Bagian Kedua Belas)

Citra Pengenalan Jalan	Citra Pembentukan Jalan
<p>‘sapporo_rg_23.png’</p> 	<p>‘sapporo_rg_23.png’</p> 
<p>‘sapporo_rg_24.png’</p> 	<p>‘sapporo_rg_24.png’</p> 

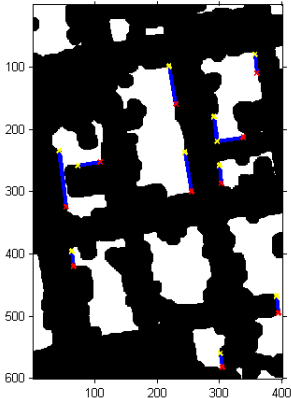
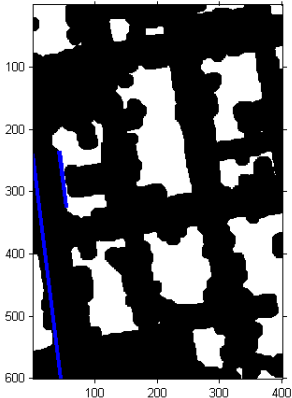


Tabel A. 31 Hasil Uji Coba Citra Pengenalan Jalan dan Citra Pembentukan (Bagian Ketiga Belas)

Citra Pengenalan Jalan	Citra Pembentukan Jalan
<p>‘sapporo_rg_25.png’</p>  <p>This image shows a road scene with a grid-like pattern of black and white pixels. A blue line is drawn across the image, representing the detected road. The line starts at the top left and extends towards the bottom right, following the main road structure. The image is labeled 'sapporo_rg_25.png'.</p>	<p>‘sapporo_rg_25.png’</p>  <p>This image shows the same road scene as the recognition image, but with a more refined blue line representing the detected road. The line is more precise and follows the road structure more closely. The image is labeled 'sapporo_rg_25.png'.</p>
<p>‘sapporo_rg_26.png’</p>  <p>This image shows a road scene with a grid-like pattern of black and white pixels. A blue line is drawn across the image, representing the detected road. The line starts at the top left and extends towards the bottom right, following the main road structure. The image is labeled 'sapporo_rg_26.png'.</p>	<p>‘sapporo_rg_26.png’</p>  <p>This image shows the same road scene as the recognition image, but with a more refined blue line representing the detected road. The line is more precise and follows the road structure more closely. The image is labeled 'sapporo_rg_26.png'.</p>

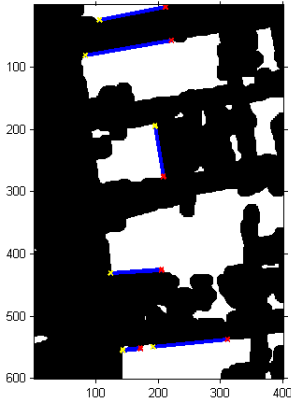
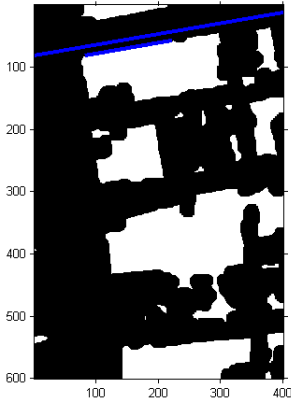
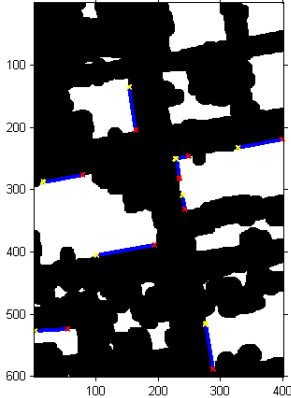
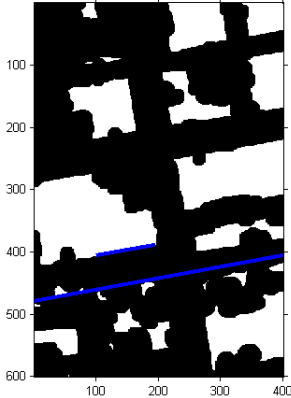
Tabel A. 32 Hasil Uji Coba Citra Pengenalan Jalan dan Citra Pembentukan Jalan
(Bagian Keempat Belas)

Citra Pengenalan Jalan	Citra Pembentukan Jalan
<p>‘sapporo_rg_27.png’</p> 	<p>‘sapporo_rg_27.png’</p> 
<p>‘sapporo_rg_28.png’</p> 	<p>‘sapporo_rg_28.png’</p> 

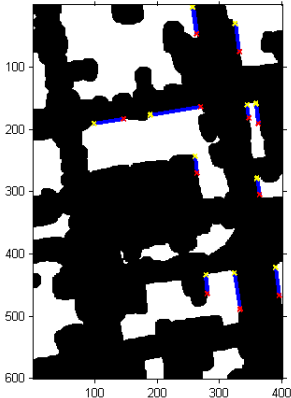
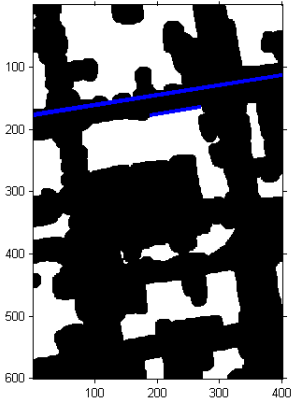
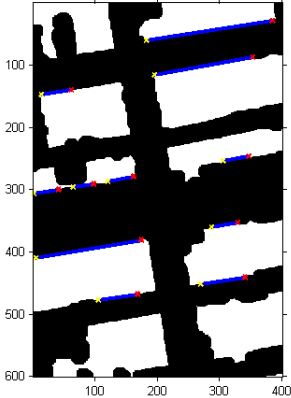
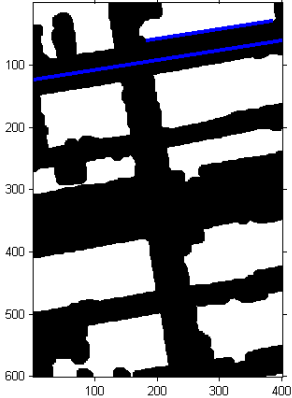
Tabel A. 33 Hasil Uji Coba Citra Pengenalan Jalan dan Citra Pembentukan Jalan
(Bagian Kelima Belas)

Citra Pengenalan Jalan	Citra Pembentukan Jalan
<p>‘sapporo_rg_29.png’</p> 	<p>‘sapporo_rg_29.png’</p> 
<p>‘sapporo_rg_30.png’</p> 	<p>‘sapporo_rg_30.png’</p> 

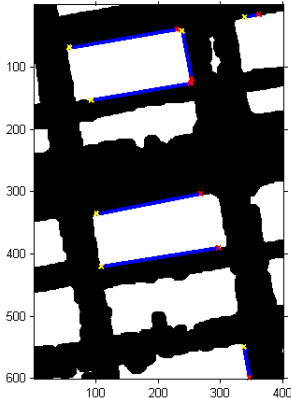
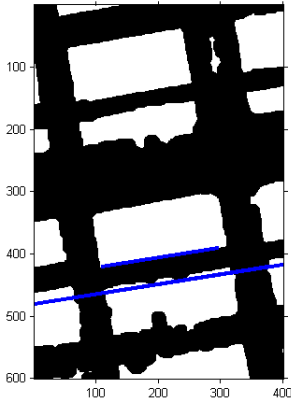
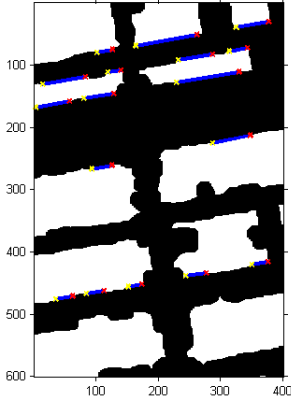
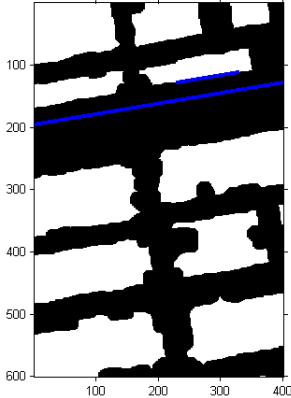
Tabel A. 34 Hasil Uji Coba Citra Pengenalan Jalan dan Citra Pembentukan Jalan (Bagian Keenam Belas)

Citra Pengenalan Jalan	Citra Pembentukan Jalan
<p>‘sapporo_rg_31.png’</p>  <p>This image shows a road scene with a black background and white road markings. A blue line is drawn along the top edge of the road, and a red line is drawn along the bottom edge. The image is labeled 'sapporo_rg_31.png'.</p>	<p>‘sapporo_rg_31.png’</p>  <p>This image shows a road scene with a black background and white road markings. A blue line is drawn along the top edge of the road, and a red line is drawn along the bottom edge. The image is labeled 'sapporo_rg_31.png'.</p>
<p>‘sapporo_rg_32.png’</p>  <p>This image shows a road scene with a black background and white road markings. A blue line is drawn along the top edge of the road, and a red line is drawn along the bottom edge. The image is labeled 'sapporo_rg_32.png'.</p>	<p>‘sapporo_rg_32.png’</p>  <p>This image shows a road scene with a black background and white road markings. A blue line is drawn along the top edge of the road, and a red line is drawn along the bottom edge. The image is labeled 'sapporo_rg_32.png'.</p>

Tabel A. 35 Hasil Uji Coba Citra Pengenalan Jalan dan Citra Pembentukan (Bagian Ketujuh Belas)

Citra Pengenalan Jalan	Citra Pembentukan Jalan
<p>‘sapporo_rg_33.png’</p>  <p>This image shows a road scene with several horizontal road segments. The road is represented by a series of black and white pixels. The image is labeled 'sapporo_rg_33.png' and has a vertical axis from 100 to 600 and a horizontal axis from 100 to 400. The road segments are mostly horizontal, with some vertical segments. The image is a binary representation of the road scene.</p>	<p>‘sapporo_rg_33.png’</p>  <p>This image shows the same road scene as the recognition image, but with a blue line drawn across it, indicating the formation of the road. The image is labeled 'sapporo_rg_33.png' and has a vertical axis from 100 to 600 and a horizontal axis from 100 to 400. The road segments are mostly horizontal, with some vertical segments. The image is a binary representation of the road scene.</p>
<p>‘sapporo_rg_34.png’</p>  <p>This image shows a road scene with several horizontal road segments. The road is represented by a series of black and white pixels. The image is labeled 'sapporo_rg_34.png' and has a vertical axis from 100 to 600 and a horizontal axis from 100 to 400. The road segments are mostly horizontal, with some vertical segments. The image is a binary representation of the road scene.</p>	<p>‘sapporo_rg_34.png’</p>  <p>This image shows the same road scene as the recognition image, but with a blue line drawn across it, indicating the formation of the road. The image is labeled 'sapporo_rg_34.png' and has a vertical axis from 100 to 600 and a horizontal axis from 100 to 400. The road segments are mostly horizontal, with some vertical segments. The image is a binary representation of the road scene.</p>

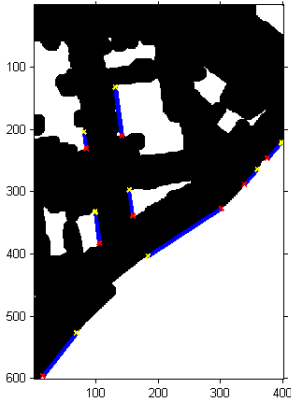
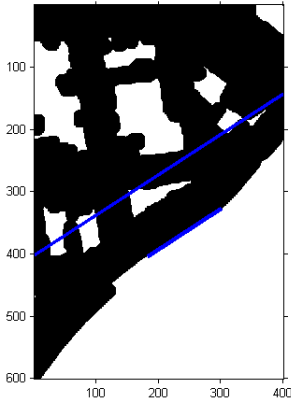
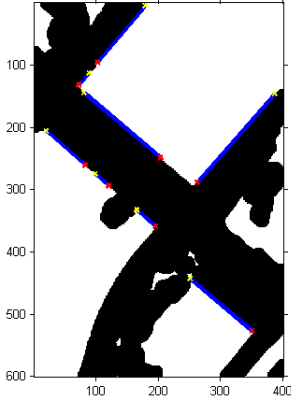
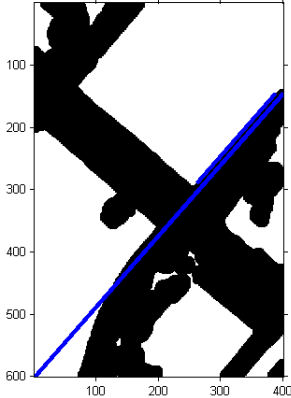
Tabel A. 36 Hasil Uji Coba Citra Pengenalan Jalan dan Citra Pembentukan Jalan
(Bagian Kedelapan Belas)

Citra Pengenalan Jalan	Citra Pembentukan Jalan
<p>‘sapporo_rg_35.png’</p> 	<p>‘sapporo_rg_35.png’</p> 
<p>‘sapporo_rg_36.png’</p> 	<p>‘sapporo_rg_36.png’</p> 

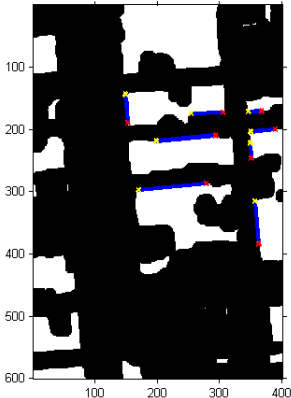
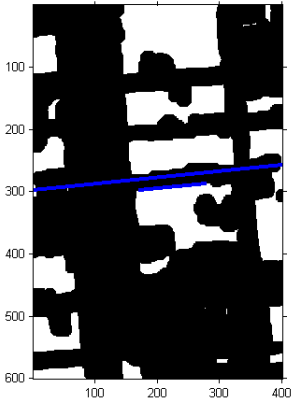


Tabel A. 37 Hasil Uji Coba Citra Pengenalan Jalan dan Citra Pembentukan (Bagian Kesembilan Belas)

Citra Pengenalan Jalan	Citra Pembentukan Jalan
<p>‘sapporo_rg_37.png’</p>	<p>‘sapporo_rg_37.png’</p>
<p>‘sapporo_rg_38.png’</p>	<p>‘sapporo_rg_38.png’</p>

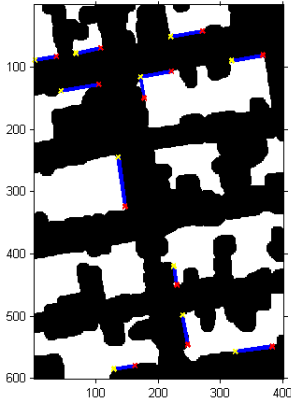
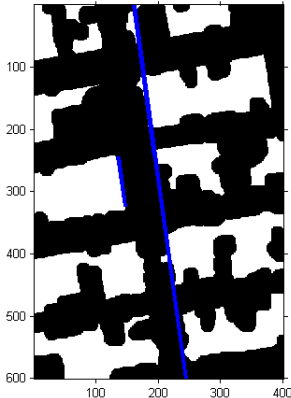
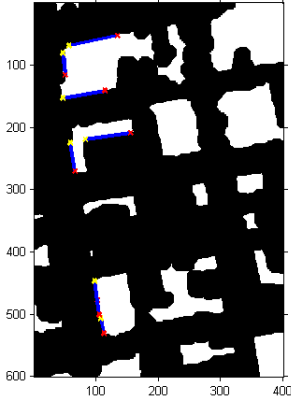
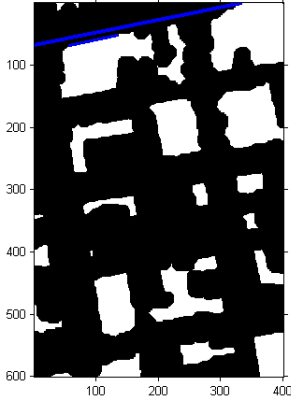
Tabel A. 38 Hasil Uji Coba Citra Pengenalan Jalan dan Citra Pembentukan Jalan
Pembentukan (Bagian Kedua Puluh)

Citra Pengenalan Jalan	Citra Pembentukan Jalan
<p>‘sapporo_rg_39.png’</p> 	<p>‘sapporo_rg_39.png’</p> 
<p>‘sapporo_rg_40.png’</p> 	<p>‘sapporo_rg_40.png’</p> 

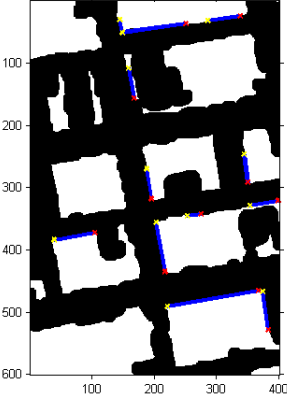
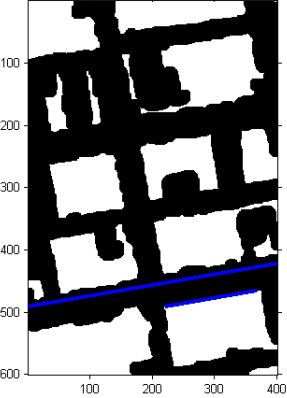
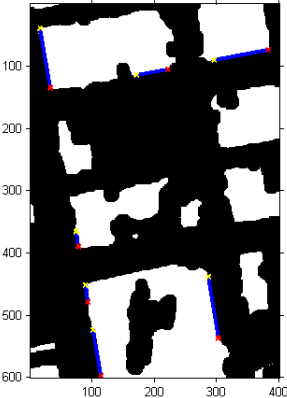
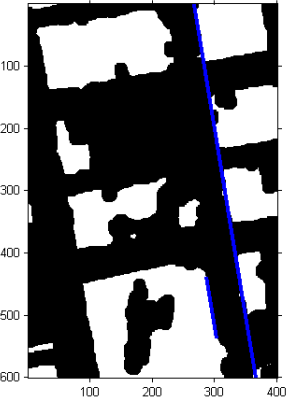
Tabel A. 39 Hasil Uji Coba Citra Pengenalan Jalan dan Citra Pembentukan (Bagian Kedua Puluh Satu)

Citra Pengenalan Jalan	Citra Pembentukan Jalan
<p>‘sapporo_rg_41.png’</p>  <p>This image shows a binary representation of a road scene. A blue line traces a path through the white areas, which represent the road. Yellow dots are placed at various points along this path. The background is black, representing non-road areas. The image has a coordinate system with x-axis from 0 to 400 and y-axis from 0 to 600.</p>	<p>‘sapporo_rg_41.png’</p>  <p>This image shows the same binary road scene as the previous one, but with only the blue line visible. The yellow dots have been removed. The background remains black. The image has a coordinate system with x-axis from 0 to 400 and y-axis from 0 to 600.</p>
<p>‘sapporo_rg_42.png’</p>  <p>This image shows a binary representation of a road scene, similar to the first one but with a different path. A blue line traces a path through the white areas, with yellow dots placed along it. The background is black. The image has a coordinate system with x-axis from 0 to 400 and y-axis from 0 to 600.</p>	<p>‘sapporo_rg_42.png’</p>  <p>This image shows the same binary road scene as the previous one, but with only the blue line visible. The yellow dots have been removed. The background remains black. The image has a coordinate system with x-axis from 0 to 400 and y-axis from 0 to 600.</p>

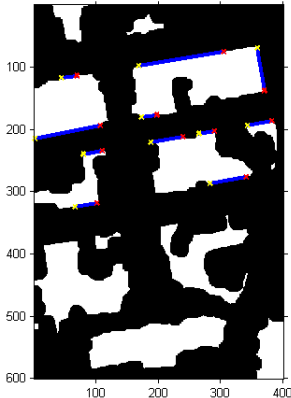
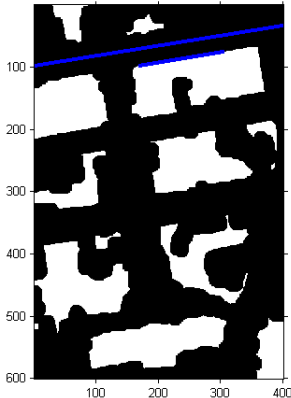
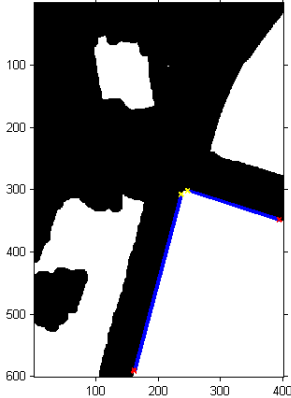
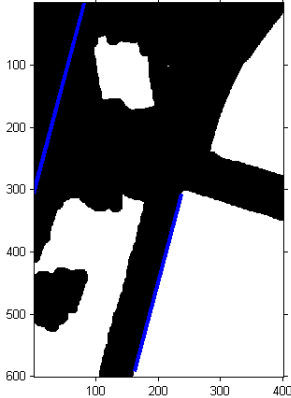
Tabel A. 40 Hasil Uji Coba Citra Pengenalan Jalan dan Citra Pembentukan Jalan
(Bagian Kedua Puluh Dua)

Citra Pengenalan Jalan	Citra Pembentukan Jalan
<p>‘sapporo_rg_43.png’</p> 	<p>‘sapporo_rg_43.png’</p> 
<p>‘sapporo_rg_44.png’</p> 	<p>‘sapporo_rg_44.png’</p> 

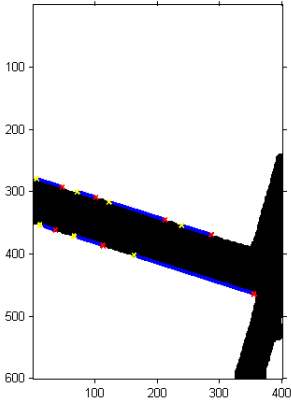
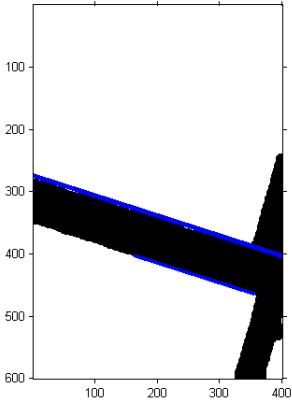
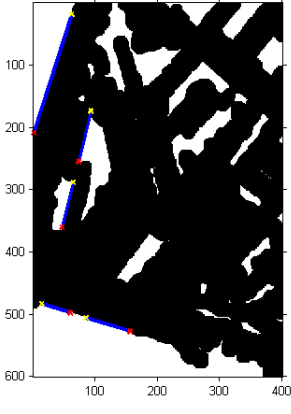
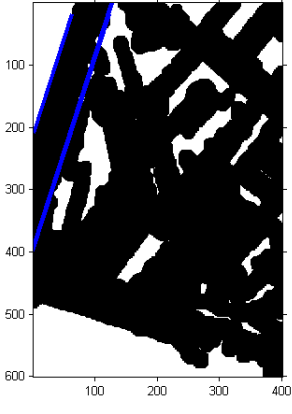
Tabel A. 41 Hasil Uji Coba Citra Pengenalan Jalan dan Citra Pembentukan (Bagian Kedua Puluh Tiga)

Citra Pengenalan Jalan	Citra Pembentukan Jalan
<p>‘sapporo_rg_45.png’</p> 	<p>‘sapporo_rg_45.png’</p> 
<p>‘sapporo_rg_46.png’</p> 	<p>‘sapporo_rg_46.png’</p> 

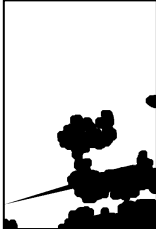





Tabel A. 42 Hasil Uji Coba Citra Pengenalan Jalan dan Citra Pembentukan Jalan (Bagian Kedua Puluh Empat)

Citra Pengenalan Jalan	Citra Pembentukan Jalan
<p>‘sapporo_rg_47.png’</p> 	<p>‘sapporo_rg_47.png’</p> 
<p>‘sapporo_rg_48.png’</p> 	<p>‘sapporo_rg_48.png’</p> 


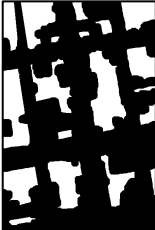




Tabel A. 43 Hasil Uji Coba Citra Pengenalan Jalan dan Citra Pembentukan Jalan
(Bagian Kedua Puluh Lima)

Citra Pengenalan Jalan	Citra Pembentukan Jalan
<p>‘sapporo_rg_49.png’</p> 	<p>‘sapporo_rg_49.png’</p> 
<p>‘sapporo_rg_50.png’</p> 	<p>‘sapporo_rg_50.png’</p> 







Tabel A. 44 Hasil Uji Coba Citra Rekonstruksi Jalan (Bagian Pertama)

Citra Rekonstruksi Jalan	
<p>‘sapporo_rg_01.png’</p> 	<p>‘sapporo_rg_02.png’</p> 
<p>‘sapporo_rg_03.png’</p> 	<p>‘sapporo_rg_04.png’</p> 
<p>‘sapporo_rg_05.png’</p> 	<p>‘sapporo_rg_06.png’</p> 




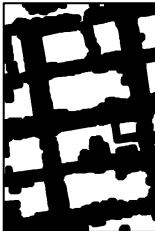
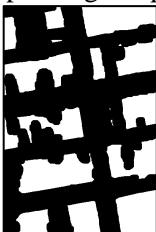

Tabel A. 45 Hasil Uji Coba Citra Rekonstruksi Jalan (Bagian Kedua)

Citra Rekonstruksi Jalan	
<p>'sapporo_rg_07.png'</p> 	<p>'sapporo_rg_08.png'</p> 
<p>'sapporo_rg_09.png'</p> 	<p>'sapporo_rg_10.png'</p> 
<p>'sapporo_rg_11.png'</p> 	<p>'sapporo_rg_12.png'</p> 

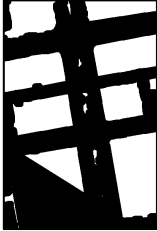
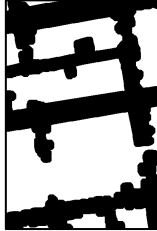
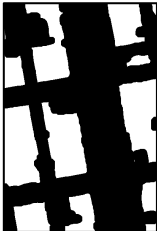
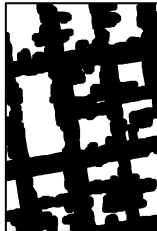


Tabel A. 46 Hasil Uji Coba Citra Rekonstruksi Jalan (Bagian Ketiga)

Citra Rekonstruksi Jalan	
<p>‘sapporo_rg_13.png’</p> 	<p>‘sapporo_rg_14.png’</p> 
<p>‘sapporo_rg_15.png’</p> 	<p>‘sapporo_rg_16.png’</p> 
<p>‘sapporo_rg_17.png’</p> 	<p>‘sapporo_rg_18.png’</p> 





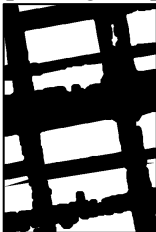
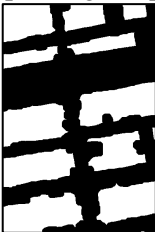
Tabel A. 47 Hasil Uji Coba Citra Rekonstruksi Jalan (Bagian Ketiga)

Citra Rekonstruksi Jalan	
<p>'sapporo_rg_19.png'</p> 	<p>'sapporo_rg_20.png'</p> 
<p>'sapporo_rg_21.png'</p> 	<p>'sapporo_rg_22.png'</p> 
<p>'sapporo_rg_23.png'</p> 	<p>'sapporo_rg_24.png'</p> 







Tabel A. 48 Hasil Uji Coba Citra Rekonstruksi Jalan (Bagian Keempat)

Citra Rekonstruksi Jalan	
<p>‘sapporo_rg_25.png’</p> 	<p>‘sapporo_rg_26.png’</p> 
<p>‘sapporo_rg_27.png’</p> 	<p>‘sapporo_rg_28.png’</p> 
<p>‘sapporo_rg_29.png’</p> 	<p>‘sapporo_rg_30.png’</p> 

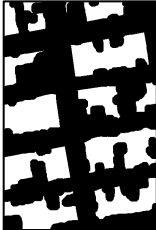





Tabel A. 49 Hasil Uji Coba Citra Rekonstruksi Jalan (Bagian Kelima)

Citra Rekonstruksi Jalan	
<p>‘sapporo_rg_31.png’</p> 	<p>‘sapporo_rg_32.png’</p> 
<p>‘sapporo_rg_33.png’</p> 	<p>‘sapporo_rg_34.png’</p> 
<p>‘sapporo_rg_35.png’</p> 	<p>‘sapporo_rg_36.png’</p> 

Tabel A. 50 Hasil Uji Coba Citra Rekonstruksi Jalan (Bagian Keenam)

Citra Rekonstruksi Jalan	
<p>‘sapporo_rg_37.png’</p> 	<p>‘sapporo_rg_38.png’</p> 
<p>‘sapporo_rg_39.png’</p> 	<p>‘sapporo_rg_40.png’</p> 
<p>‘sapporo_rg_41.png’</p> 	<p>‘sapporo_rg_42.png’</p> 

Tabel A. 51 Hasil Uji Coba Citra Rekonstruksi Jalan (Bagian Ketujuh)

Citra Rekonstruksi Jalan	
<p>'sapporo_rg_43.png'</p> 	<p>'sapporo_rg_44.png'</p> 
<p>'sapporo_rg_45.png'</p> 	<p>'sapporo_rg_46.png'</p> 
<p>'sapporo_rg_47.png'</p> 	<p>'sapporo_rg_48.png'</p> 

Tabel A. 52 Hasil Uji Coba Citra Rekonstruksi Jalan (Bagian Kedelapan)

Citra Rekonstruksi Jalan	
<p>'sapporo_rg_49.png'</p> 	<p>'sapporo_rg_50.png'</p> 

BAB VI

PENUTUP

Bab ini membahas mengenai kesimpulan yang dapat diambil dari hasil uji coba yang telah dilakukan sebagai jawaban dari rumusan masalah yang dikemukakan. Selain kesimpulan, juga terdapat saran yang ditujukan untuk pengembangan perangkat lunak lebih lanjut.

6.1 Kesimpulan

Dari hasil uji coba yang telah dilakukan terhadap pembuatan rekonstruksi jalan pada citra sapporo map menggunakan sistem *curve fitting* dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem yang dibangun pada tugas akhir ini dapat menentukan dan membentuk jalan, yang mana dibutuhkan dalam rekonstruksi jalan pada citra.
2. Sistem ini dapat mencari titik koordinat garis yang menentukan jalan dengan semi otomatis dengan menggunakan *transformasi hough*.
3. Pengecekan garis terdekat untuk pembentukan jalan dengan menggunakan persegi cukup efektif.
4. Waktu yang diperlukan dalam proses rekonstruksi jalan ini membutuhkan 0,7468 detik.

6.2 Saran

Adapun saran yang ingin disampaikan penulis untuk pengembangan lebih lanjut dari Tugas Akhir antara lain:

1. Dalam metode pra-pengolahan diperlukan metode yang lebih baik sehingga citra lebih mudah untuk diperbaiki.
2. Diperlukan suatu cara supaya dalam pendeteksian jalan agar dapat dicari secara otomatis menggunakan metode lainnya.
3. Perbaiki metode pada ekstraksi jalan supaya fitur pada pengenalan target dapat lebih baik.
4. Dalam pengenalan jalan diperlukan metode yang lebih baik agar dapat mengenali jalanan yang melengkung.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Jonathan Sachs. (1999) Digital Image Basics.
- [2] Rafael C. Gonzalez and Richard E. Woods, *Digital Image Processing*, 2nd ed.: Prentice Hall, 2002.
- [3] "Wikipedia," Erosion [Online]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Erosion_\(morphology\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Erosion_(morphology)) [Accessed 10 April 2016].
- [4] "Wikipedia," Closing [Online]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Closing_\(morphology\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Closing_(morphology)) [Accessed 10 April 2016].
- [5] "Wikipedia," Canny [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Canny_edge_detector. [Accessed 10 April 2016].
- [6] "Wikipedia," Hough Transform [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Hough_transform. [Accessed 13 April 2016].
- [7] "Wikipedia," Curve Fitting [Online]. Available : https://en.wikipedia.org/wiki/Curve_fitting. [Accessed: 2 April 2016].
- [8] "Mathworks," Roipoly [online]. Available : <http://www.mathworks.com/help/matlab/ref/roipoly.html> [Accessed: 2 April 2016].

BIODATA PENULIS



Ilham Zuhri lahir di Penyasawan 27 Oktober 1992 yang merupakan anak pertama dari dua bersaudara dari pasangan Muhammad Jais dan Yusmaniar. Penulis telah menempuh pendidikan formal dimulai dari SD Muhammadiyah 036 Penyasawan (1997-2003), SMP Negeri 1 Bangkinang (2003-2006), SMA Negeri 1 Bangkinang (2006-2009) dan terakhir sebagai mahasiswa Teknik Informatika ITS Surabaya (2009-2016). Di

Teknik Informatika ITS, penulis mengambil bidang minat Komputasi Cerdas dan Visualisasi (KCV). Komunikasi dengan penulis dapat melalui email: *iamilhamzuhri@gmail.com*.